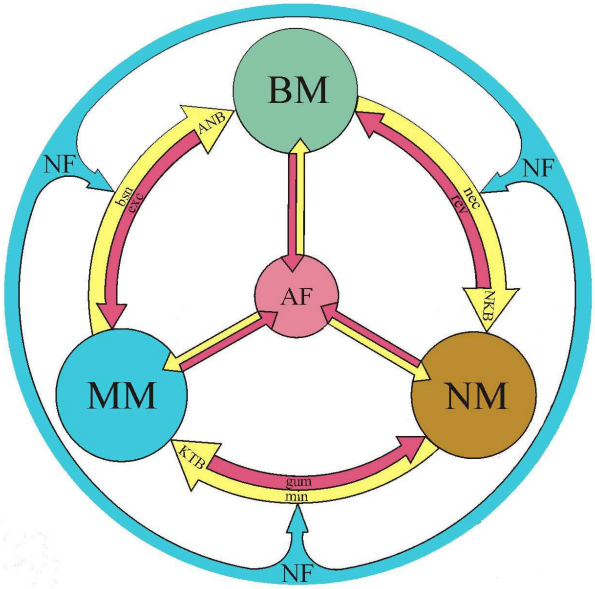
ФАНО России

Институт фундаментальных проблем биологии РАН

Окский экологический фонд

Сборник тезисов научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты функциональной экологии»*



27-29 октября 2016

*При финансовой поддержке фонда РФФИ № 16-45-501061 и Правительства Московской области

Пущино 2016

УДК 574
ББК 28.08я43
С 23

Сборник тезисов конференции «Теоретические и практические аспекты функциональной экологии» 27-29 октября 2016, г. Пущино Московской области. – М.: Издательство Перо, 2016. **–** 198 с. [Электронное издание]

ISBN 978-5-906927-58-3

На конференции были рассмотрены теоретические и практические проблемы по разработке подходов к управлению функционированием природных и антропогенных экосистем с учетом задачи сохранения и поддержания устойчивости во времени и пространстве, обобщение оценки современного состояния и прогноз изменения экосистем в результате возможных изменений климата и антропогенных воздействий.

В сборнике представлены тезисы докладов участников конференции по направлениям:

1. Теоретическая экология.
2. Прикладная экология.
3. Экологические проблемы Окского бассейна. От экологического кризиса к устойчивому развитию.

Проведение конференции поддержано:
РФФИ № 16-45-501061 и Правительством Московской области

© Окский экологический фонд, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Баглаева М.С., Железовская Н.С., Ушаков А.Г. Утилизация железосодержащих отходов металлургических предприятий посредством получения магнитной жидкости 5
Батуева Э.М. Экологическое состояние озера Гусиное в условиях антропогенного воздействия 9
Бочарникова Е. А. Перспективы использования монокремниевой кислоты для повышения эффективности фиторемедиации территорий, загрязненных тяжелыми металлами 13
Булаткин Г.А., Митенко Г.В., Гурьев И.Д. Альтернативная энергетика: возможности производства жидкого топлива из растительного сырья в условиях России 17
Бусько Е. Г. Гигиеническая оценка влияния химических загрязнителей на здоровье населения Беларуси 21
Воробьева Т.А. Механизмы нормирования сточных вод 30
Галиулин Р.В., Башкин В.Н., Галиулина Р.А. Рекультивация техногенно нарушенных почв на Тазовском полуострове 34
Гончарова А.А. Метод стимуляции жизнедеятельности микроорганизмов при очистке промышленных сточных вод 37
Деева Н.Ф., Аладин Д.Ю., Севостьянов С.М., Демин Д.В. Возможность использования фитомелирантов для деградации органического токсиканта (ПХБ) в почве 41
Дзюба Е.А. Геохимические особенности почв, влияющие на степень токсичности 45
Дударева Д.М., Квиткина А.К., Ларионова А.А. Стехиометрия биофильных элементов (C, N, P) в пулах почвы 49
Дыбова Ю.А., Збродова Т.А. Лесные пожары и экосистема 50
Ефимкова Л.Н. Влияние хозяйственной деятельности на водные объекты в Котласском районе Архангельской области 54
Зайцева О.В. Использование многокомпонентных тест-систем для экологической оценки натурального регулятора роста растений 57
Захарова А.С. Канцерогенные факторы на предприятии 61
Зацаринная Е.А., Круглова А.П., Ефремова Е.С., Калчугина В.Д., Трунякова А.С. Антибиотикорезистентность общих колиформных бактерий, выделенных из реки Листвянка (Рязанская область) 64
Зеленская Н.Н. Отклик целостной экосистемы на потепление климата 68
Злобина Е.С., Папин А.В. Перспективы и возможности применения метода масляной агломерации для переработки техногенных угольных отходов 72
Зубкова Т.А. Почвы мегаполисов как индикатор городской среды 76
Квашевая Е.А., Козлова И.В. Магнитоуправляемый нефтесорбент на основе вторичного сырья 79
Керженцев А.С. Научные идеи и проблемы их реализации 83
Козлова И.В., Квашевая Е.А. Переработка органических отходов в газообразное топливо 89
Коломыц Э.Г., Керженцев А.С., Шарая Л.С. Аналитические и картографические модели устойчивости лесных экосистем 93
Комельков Д.А. Использование биотоплива как способ снижения отрицательного воздействия на окружающую среду 95
Кудреватых И.Ю. Влияние атмосферных выпадений азота на почвенные и растительные свойства естественных экосистем 98
Курочкина Г.Н. Полимерная композиция и технология получения защитных деградирующих пленок сезонного использования 102
Куцевол М.А. Процессы обезвоживания осадков сточных вод 106
Лесина М.Л. Биотехнология переработки твердых органических отходов в полезный продукт 111

Машихина Ю.В. Оценка экологического состояния реки 115
Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Кулик Н.В., Валидов Ш.З., Яхваров Д.Г. Возможность биологической очистки загрязнений белым фосфором 118
Пильгуй Л.С., Кудреватых И.Ю., Вагапов И.М., Калинин П.И. Миграция макро- и микро-элементов в системе «почва-растение» городского парка (на примере г. Пущино) 123
Попов В. С. Переработка отходов пиролиза автошин и вторичных полимеров 127
Потапова А.В., Вагапов И.М. Петромагнитные исследования в современных и погребенных каштановых почвах 131
Ржанникова Т.Н. Технология и качество очистки сточных вод муниципального унитарного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства города 133
Сабурова А.И. Воздействие твердых производственных отходов на окружающую среду 136
Севостьянов С.М. Осадки сточных вод – возобновляемый ресурс органического вещества и проблема их использования 139
Снакин В.В., Присяжная А.А., Косякова Н.И., Митенко Г.В. Здоровье окружающей среды и здоровье населения (на примере малого города Окского экорегиона) 143
Снетилова В.С. Почвенные микроорганизмы и устойчивость декоративности древесных растений в условиях города 149
Сон Б.К., Хан К.Ю. Дизайн почвенных агрегатов – основа новых экологичных пластических материалов 151
Спаи Т.П., Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Роль валежа в поддержании разнообразия широколиственных лесов Верхнеокского бассейна (на примере заповедника «Калужские засеки») 156
Татаркин И.В., Дёмин Д.В., Севостьянов С.М. Формирование урботехнозема на осадках сточных вод при их длительном атмосферном экспонировании 159
Ткаченко Ю.Л. Применение искусственных экосистем для обеспечения жизнедеятельности человека 162
Тращеев Р.В. Моделирование биологических объектов при недостатке информации об их свойствах 166
Трунякова А.С. Микробиологическая характеристика малых водных объектов рекреационного значения города Рязани 168
Фёдоров П.А. Методы борьбы с борщевиком Сосновского 172
Филатова П. В. Содержание бора в питьевой воде населённого пункта 175
Хлебников В.Ф., Смурова Над.В., Смурова Нат.В., Онуфриенко Н.Е. Экоинформационные проблемы управления разнокачественностью семян культивара 178
Худяков О.И., Решоткин О.В., Демин Д.В. Динамика климата почв в связи с современным потеплением 182
Чижикова Н.П., Коробова Е.М., Линник В.Г., Чечетко Е.С. Функциональная значимость петрографо-минералогического состава аллювиальных почв в распределении и миграции радионуклидов в речных бассейнах 184
Шафигуллина А.Ф. Оценка водопользования Вологодской области 190
Юревич Я.Ф., Лупанов А.Н., Пиппин И.Ф. Искусственные водно-болотные угодья для очистки сточных вод в холодном климате 194

УТИЛИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ПОЛУЧЕНИЯ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Баглаева М.С., Железовская Н.С., Ушаков А.Г.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

e-mail: bagritas@mail.ru

Аннотация. Автор данной статьи рассматривает экологическую проблему, связанную со скоплением отходов металлургической промышленности. Так же рассмотрен ресурсосберегающий и рациональный метод получения магнитной жидкости, с помощью которого можно частично улучшить экологическую ситуацию. Сделан вывод о перспективности использования данного метода.

Ключевые слова: магнитная жидкость, железосодержащие отходы металлургических предприятий, магнетит, получение магнитной жидкости, экология.

В настоящее время окружающая среда подвергается частому загрязнению из-за складирования отходов различных отраслей промышленности. Загрязнение имеет тенденцию возрастать, в связи с чем биосфера не успевает самовосстановиться.

Виновниками такой экологической проблемы отчасти являются промышленные предприятия металлургии. Помимо складирования отходов, предприятия зачастую сбрасывают сточные воды в водоемы, а так же происходит выброс в атмосферу загрязняющих веществ [1].

Промышленные отходы металлургической промышленности имеют ряд классификаций. Среди них основными являются: разделение по фазовому составу (твердые, газообразные, жидкие); по циклам производства (при добыче сырья, при обогащении, в пирометаллургии и гидрометаллургии) и т.д. В свою очередь твердые отходы бывают в виде шлаков и пыли (на предприятиях с замкнутым циклом). Если на предприятии применена система мокрой газоочистки, то вместо пыли образуются шламы. Особой ценностью обладают железосодержащие отходы. Они распределяются как по фазовому составу, так и по доле железа в них. Различают: бедные (содержание железа 30-40%) - шлам и пыль газоочисток электросталеплавильного производства; относительно богатые (содержание железа 40-55%) – шламы и пыли аглодоменного производства; богатые (содержание железа 55-67%) – пыль и шлам мартеновских печей и конвертеров. По фазовому составу различают: твердые (пыли, шламы, шлаки), газообразные (оксиды углерода, азота, соединения серы и др.) и жидкие (растворы, эмульсии, суспензии) [2].

На данный момент известны способы переработки железосодержащих отходов. Одним из перспективных и новых способов является получение магнитной жидкости (МЖ).

Магнитная жидкость – стабилизированный коллоидный раствор ферромагнетика в некоторой жидкости-носителе. МЖ уникальна тем, что подчиняется магнитному полю, не стареет и частицы магнетита долговременно находятся во взвешенном состоянии. Магнетит – главная составляющая МЖ. Его получают разными методами, но актуальным с точки зрения экологии является получение из солей, оксидов и гидроксидов Fe^{2+} и Fe^{3+}.

В литературных источниках известен метод получения путем химической конденсации, в основе которого лежит использование отходов, содержащих Fe_2O_3, и отходов содержащих $FeSO_4$. Железосодержащий отход растворяют в соляной кислоте, смешивают соли Fe^{2+} и $Fe^{3+,}$ фильтруют полученный раствор, избавляя его от ненужных частиц. Далее при интенсивном перемешивании смешивают с гидроксидом аммония, вследствие чего наблюдают осаждение магнетита. Полученную суспензию промывают, пока pH не примет значение 7-8. Далее стабилизируют магнетит с жидкостью носителем [3].

Суть метода представлена на рис. 1.

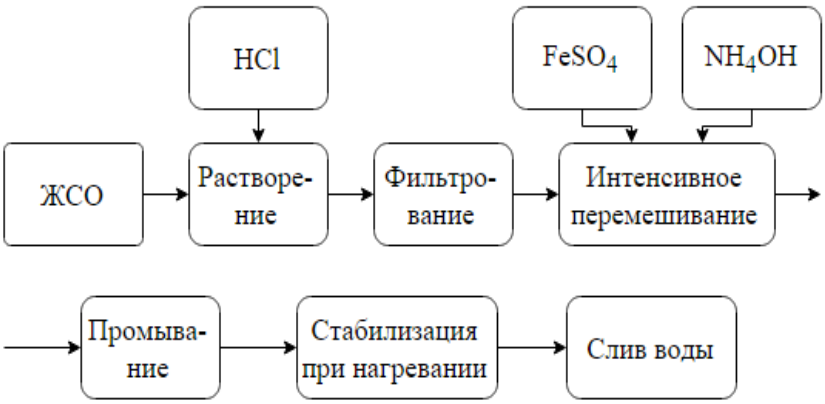


Рис. 1. Получение МЖ из железосодержащих отходов

В КузГТУ на кафедре химической технологии твердого топлива разрабатывают оптимальный метод получения МЖ, проводят исследования и анализ полученных образцов. На данном этапе работы получены образцы МЖ из чистых компонентов и определены некоторые их свойства [4]. На рис. 2 изображена МЖ в обычном состоянии при н.у. и под действием магнитного поля.

Рис. 2. Слева образец магнитной жидкости без действия магнитного поля, справа– под действием магнитного поля

Области применения МЖ имеют достаточно обширный круг в зависимости от ее жидкости-носителя. Таким образом, МЖ применяют в медицине, радиотехнике, машиностроении, в горнодобывающей промышленности, а так же при очистке водной поверхности от нефтепродуктов при возникновении аварии во время транспортировки.

Данная МЖ актуальна в применении в качестве смазочного материала для трущихся деталей машин и в качестве локализатора разлива нефтепродуктов. Использование МЖ в качестве смазки позволяет значительно уменьшить силу трения, что продлит срок эксплуатации детали до 5 лет. При локализации разливов нефти МЖ распыляют на пятно. Так как жидкость-носитель представляет собой раствор из олеиновой кислоты и керосина, МЖ растворяется в пятне, тем самым передавая ему магнитные свойства. Далее с помощью специальных судов, оснащенных сильными магнитами, разлив локализуется.

Для подтверждения целесообразности применения МЖ в заявленных выше областях, были проведены опыты в лабораторных условиях [5, 6]. Таким образом, была доказана актуальность использования МЖ.

Итак, складирование железосодержащих отходов наносит биосфере значительный ущерб. Данные отходы относят ко 2-3 классу опасности. Так же при их утилизации происходит потеря ценного сырья и компонентов. Исходя из этого, получение МЖ из данного вида отходов является перспективным.

Список литературы:

1. Гришина Е. Электронный ресурс. // URL: http://b2blogger.com/pressroom/5371.html.

2. Решетняк В., Санковский А., Соляник Д., Мареев И. Железосодержащие шламы металлургических предприятий. Электронный ресурс. // URL: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=732383.

3. Калаева Сахиба Зияддин Кзы, Качурин Н.М. Синтез магнитных жидкостей из отходов горноперерабатывающей промышленности // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2015. - № 1.

4. Баглаева, М.С. Изучение свойств коллоидных растворов твердых ферромагнетиков / М.С. Баглаева, Р.О. Карташов, А.Г. Ушаков, Е.С. Ушакова // Химия и химическая технология: достижения и перспективы: сб. статей. – Кемерово, 2014.

5. Баглаева М.С., Ушаков А.Г. Получение магнитной жидкости для использовании ее в машиностроении // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т.11. – С. 3081-3085. – URL: http://e-koncept.ru/2016/86649.htm

6. Баглаева М.С., Ушаков А.Г. Применение магнитной жидкости для очистки водоемов от нефтепродуктов // VII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Россия молодая – 2015»: сб. статей. – Кемерово, 2015.

УДК 504.064

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА ГУСИНОЕ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Батуева Э.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, РФ

e-mail: erzhenamunkuevna@gmail.com

Аннотация. Озеро Гусиное подвержено значительному антропогенному воздействию, оно является единственным источником хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения в районе. Несмотря на это, все образующие сточные воды на его водосборной площади сбрасываются в озеро.

Ключевые слова: озеро, загрязнения, экология, антропогенная нагрузка

Гусиное озеро - крупный водоем в Центральной Бурятии, примерно в 90-100 км от г. Улан-Удэ в направлении на юго-запад. Водосборная площадь бассейна оз. Гусиного равна 924 км^2 и имеет хорошо развитую речную сеть с суммарной длиной в 312 км.

Озеро расположено в тектонической впадине между хребтами Хамбинским на северо-западе и Моностой на юго-востоке, окаймлено горами. Озеро сплюснутой овальной формы, вытянуто с северо-северо-востока на юго-юго-запад. Берега слабоизрезанные, в основном низкие и песчаные. Протяжённость береговой линии 65 км. Дно преимущественно илистое.

В последние десятилетия резко возросло промышленное и хозяйственное использование вод озера Гусиное, особенно после пуска в эксплуатацию Гусиноозёрской ГРЭС [1]. В окрестностях города Гусиноозерска и озера Гусиное сформировался Гусиноозёрский промышленный комплекс, являющийся одним из крупнейших в Бурятии. Он включает энергопроизводящие, перерабатывающие, транспортные предприятия, большая часть которых вместе с Гусиноозёрском расположена на северо-восточном и северном побережьях озера. В юго-западной части озера находятся крупная железнодорожная станция Гусиное озеро и локомотивное депо. Эти объекты сегодня потребляют и загрязняют огромное количество воды. Наиболее масштабным загрязнителем на данной территории является Гусиноозёрская ГРЭС.

Рисунок 1 -Карта–схема Гусиноозерского промышленного узла [2]

Большое количество воды Гусиного озера, забираемое на производственные нужды ГРЭС, расходуется на охлаждение теплообменных аппаратов электростанции. Использованные воды в подогретом состоянии поступают по открытому каналу в северо-восточную часть озера, вызывая периодически нарушения естественного температурного режима и воздействуя на многие природные процессы, состав и структуру биоценозов [1].

Большое влияние на экологическое состояние озера оказывают огромные массы атмосферных выбросов ГРЭС (в среднем 830 т/год), состоящие из золы, диоксида углерода, диоксида серы, оксида азота и бенз-а-пирена, которые, в конечном итоге, осаждаются на поверхность озера. Фильтрационная вода золоотвалов загрязняет воду озера взвешенными веществами, кремнием, алюминием и железом и микроэлементами [3].

Крупным и стабильным во времени источником загрязнения Гусиного озера являются очистные сооружения г. Гусиноозёрска и ст. Гусиное озеро. На очистных сооружениях применяются механическая и биологическая очистка, после чего воды хлорируются и сбрасываются в Гусиное озеро. Качество очистки вод низкое. Причина невысокого качества сточных вод обусловлена перегруженностью очистных сооружений, особенно в зимнее время. Летом после сильных ливневых дождей, весной в связи с таянием снега, все потоки с мусорных городских свалок попадают напрямую в озеро [4].

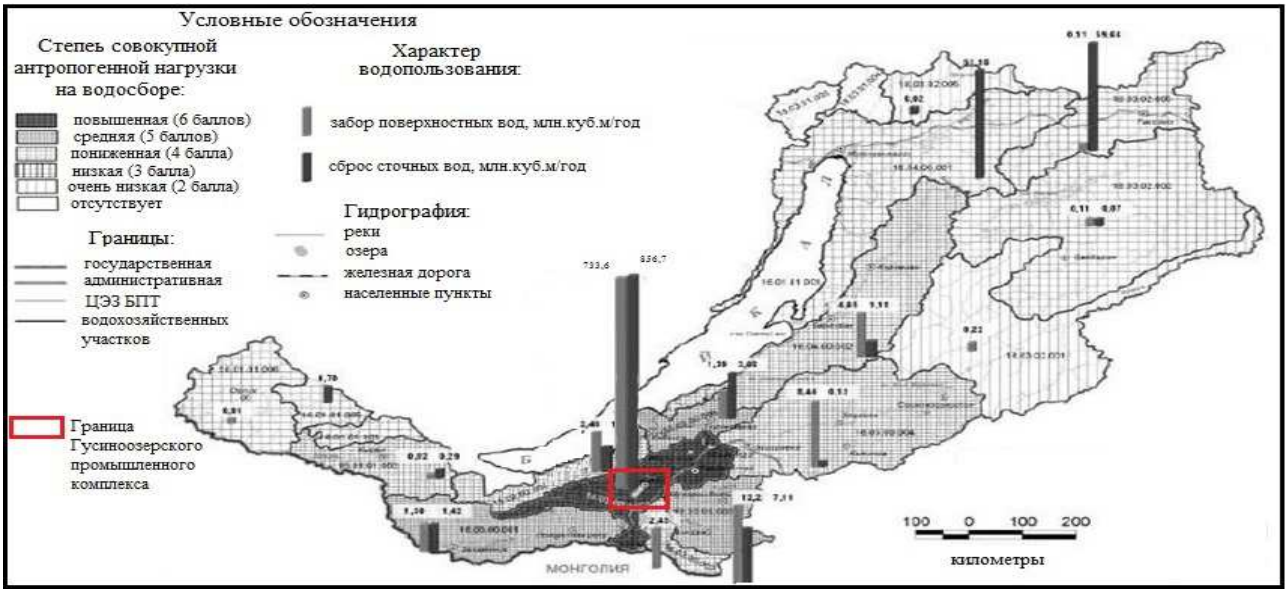


Рисунок 2 – Ранжирование территорий РБ по интенсивности совокупной антропогенной нагрузки [1]

Химический состав озера отличается непостоянством во времени. По наблюдениям Бурятского ЦГМС вода оз. Гусиное за многолетний период наблюдений имела преимущественно среднюю минерализацию, которая увеличивалась в период закрытого русла. Величина pH была близка к щелочной и отличалась постоянством за весь период наблюдений. Величина жесткости менялась от мягкой до умеренно жесткой. Кислородный режим отличался постоянством и был удовлетворительным за весь период наблюдений. По классификации Алекина О.А. по химическому составу вода была гидрокарбонатной кальциевой и гидрокарбонатной магниевой. В химическом составе воды озера присутствовали загрязняющие вещества. Превышение ПДК наблюдалось по трудноокисляемым органическим веществам, фенолу, нефтепродуктам.

Максимальные концентрации были характерны для трудноокисляемых органических веществ (бихроматная окисляемость составляла 2,1 ПДК). Превышения ПДК наблюдалось так же для легкоокисляемых органических веществ (величина $БПК_5$ - 1,5 ПДК). Превышения были отмечены так же для железа общего – 1,6 и микрокомпонентов: меди – 4,0 ПДК, цинка – 1,3 ПДК [5].

Из-за повышенного содержания меди по сравнению с предыдущим годом на 26% увеличился индекс загрязнения воды (ИЗВ). Максимальные значения превышения ПДК различными компонентами наблюдались, как правило, в летне-осенний период. Некоторое улучшение качества воды озера отмечалось в 2015 г. (ИЗВ=1.03) в связи с ликвидацией шахты «Гусиноозерская» и разреза «Холбольджинский» ОАО «Востсибуголь». Однако, уже с 2016г. величина ИЗВ составила 1,56 [5].

Таблица 1 – Ранжирование веществ, загрязняющих воду о. Гусиное, по кратности превышения ПДК

№	Элемент	Количество	СанПиН 2.1.4.1074-01	Кратность превышения ПДК
1	Медь	4 мг/л	1мг/л	4,0 ПДК
2	Нефтепродукты	0,32 мг/л	0,1мг/л	3,2 ПДК
3	ХПК	63 мгO_2/л	15 мгO_2/л	2,1 ПДК
4	Железо общее	0,48 мг/л	0,3 мг/л	1,6 ПДК
5	$БПК_5$	6 мгO_2/л	2 мгO_2/л	1,5 ПДК
6	Цинк	6,5 мг/л	5мг/л	1,3 ПДК

Увеличение техногенной нагрузки и мощности ГРЭС актуализирует вопрос об оценке современного состояния экосистемы водоёма и прогноза возможностей дальнейшего использования поверхностных вод озера Гусиное для питьевого водоснабжения и применения подземных вод в качестве альтернативного варианта.

Литература

1. Цибудеева Д.Ц. Геоэкологические условия водопользования в речных бассейнах Республики Бурятия : Автореф. / Д.Ц. Цибудеева - Барнаул 2014. – 20 с.

2. https://maps.yandex.ru.

3. Борисенко И.М. Экология озера Гусиное : монография / И.М. Борисенко, Н.М. Пронин, Б.Б. Шайбонов. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1994. – 199 с.

4. И.Д. Ульзетуева, В.В. Хахинов, Б.Б. Намсараев, И.В. Звонцов. Гусиное озеро как индикатор загрязнения акватории Байкала. // Ж. Экология и промышленность России. № 9. 2001. С.30-31.

5. Материалы с Министерства природных ресурсов РБ.

УДК 628

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНОКРЕМНИЕВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Бочарникова Е. А.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

e-mail: mswk@rambler.ru

Аннотация. Фиторемедиация является одним из наиболее перспективных методов снижения содержания тяжелых металлов в загрязненных почвах. Длительность процесса, ограниченная доступность загрязняющих веществ и их негативное воздействие на рост растений снижают эффективность фиторемедиации. Исследования, проведенные на песчаной почве, искусственно загрязненной нитратом свинца, показали, что при добавлении монокремниевой кислоты в малых концентрациях подвижность свинца в почве повышается. При концентрациях монокремниевой кислоты выше 7 мг/кг Si происходит резкое снижение подвижности свинца в почве. Таким образом, изменение концентрации монокремниевой кислот позволяет регулировать подвижность свинца в почве. Данные процессы могут быть использованы для повышения эффективности технологий фиторемедиации.

Ключевые слова: монокремниевая кислота, тяжелые металлы, свинец, фиторемедиация

Актуальность

Промышленная революция и интенсификация сельского хозяйства привели к загрязнению тяжелыми металлами больших территорий, что негативно влияет на здоровье людей. Одним из наиболее перспективных методов восстановления химически загрязненных земель является фиторемедиация. Технология фиторемедиации основана на поглощении и аккумуляции тяжелых металлов специально выращиваемыми растениями. В дальнейшем биомасса этих растений совместно с поглощенными тяжелыми металлами может изыматься из экосистемы [1]. Кроме преимуществ (простоты, экономической эффективности, экологической безопасности), фиторемедиация имеет ряд недостатков: длительность процесса очистки загрязненных почв, ограниченная растворимость и доступность поллютантов, недостаточная устойчивость используемых растений к химическому загрязнению.

Из литературы известно, что монокремниевая кислота может образовывать с тяжелыми металлами труднорастворимые силикаты [2]:

$$2Zn^{2+} + SiO_4^{4-} = Zn_2SiO_4\downarrow \qquad \log K^o = -32.80$$

$$2Mn^{2+} + SiO_4^{4-} = MnSiO_4\downarrow \qquad \log K^o = -21.50$$

$$Mn^{2+} + SiO_4^{4-} + 2H^+ = MnSiO_4\downarrow + H_2O \qquad \log K^o = -35.70$$

$$2Pb^{2+} + H_4SiO_4 = PbSiO_4\downarrow + 4H^+ \qquad \log K^o = -18.45$$

Другим продуктом взаимодействия монокремниевой кислоты с тяжелыми металлами являются водорастворимые комплексы, образование которых приводит к смещению равновесия в почвенном растворе, что в итоге обусловливает повышение подвижности тяжелых металлов [3]. Кроме того известно, что оптимизация кремниевого питания приводит к усилению иммунной системы растений к стрессам биогенной и абиогенной природы, включая токсическое действие тяжелых металлов [4].

Таким образом, монокремниевая кислота теоретически может как повышать, так и снижать подвижность тяжелых металлов и при этом повышать устойчивость растений к химическому загрязнению.

Целью наших исследований было изучение влияния различных концентраций монокремниевой кислоты на подвижность свинца в почве.

Объекты и методы исследований

Эксперименты проводили на песчаной оподзоленной почве, имеющей pH=6.5-6.8, содержание органического вещества 0,5%, CEC= 8,2-8,4 cmol(+)/кг, общее содержание свинца не детекти-ровалось. В почву был добавлен Pb в количестве 100 мг/кг в форме $Pb(NO_3)_2$, затем почву инкубировали в течение 3-х недель в нормальных условиях, при влажности 15-18%. Далее в образцы почвы добавляли растворы монокремниевой кислоты с концентрациями Si: 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и 100 мг/л в объемах 10, 20 и 50 мл на 100 г почвы. После чего почву продолжали инкубировать в течение 1 недели, а затем в образцах определяли содержание водорастворимого свинца атомно-адсорбционным методом.

Обсуждение результатов

Полученные результаты представлены на рисунке 1.

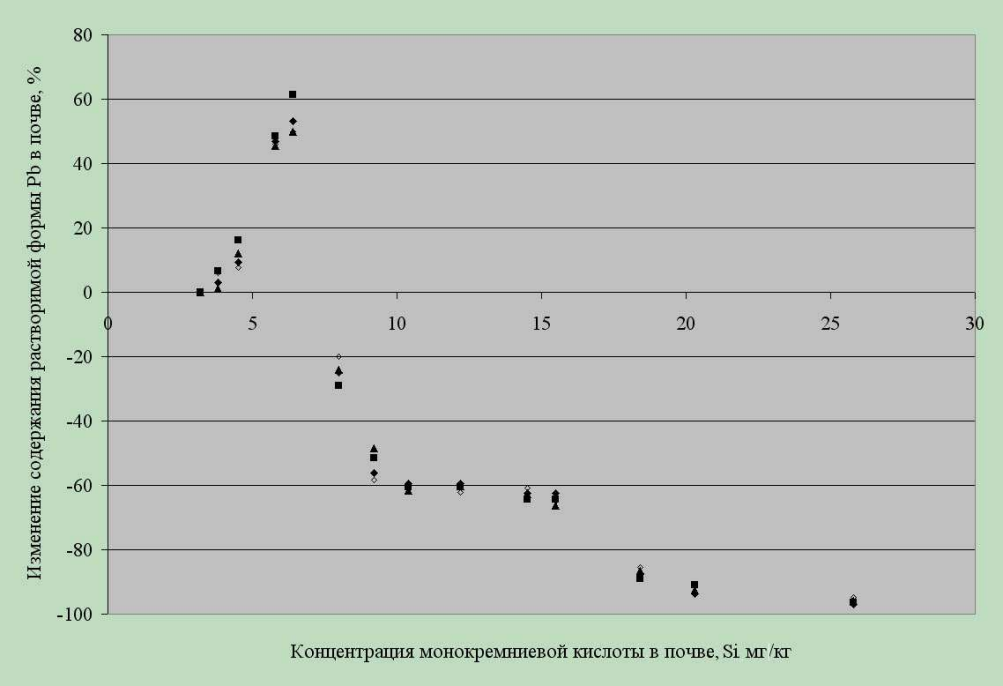


Рисунок 1. Зависимость содержания водорастворимого свинца от концентрации монокремниевой кислоты в песчаной почве

В проведенном исследовании направленность взаимодействия монокремниевой кислоты со свинцом зависела от ее концентрации в системе. При незначительном повышении концентрации монокремниевой кислоты в почве растворимость свинца повышалась, по-видимому, за счет об-разования растворимых комплексов. Увеличение растворимости свинца достигало 60%, что согласуется с данными других авторов [5]. При дальнейшем увеличении концентрации монокремниевой кислоты в системе наблюдалось резкое снижение содержания растворимых форм свинца. Подобное снижение растворимых и потенциально-подвижных форм тяжелых металлов в почве и системе почва-растение связано с образованием труднорастворимых силикатов металлов [6]. Таким образом, в почве существует критическая концентрация монокремниевой кислоты, при которой происходит скачкообразное изменение направленности взаимодействия. Можно предположить, что величина этой критической концентрации зависит от многих факторов: состава почвенного раствора, минерального состава почвы, pH, окислительно-восстановительного потенциала и т. д.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования монокремниевой кислоты для усиления эффективности фиторемедиации. Внесение в почву монокремниевой кислоты в низких дозах повысит растворимость тяжелых металлов и одновременно дополнительное кремниевое питание используемых для фиторемедиации растений позволит

получить большую биомассу. На конечной стадии фиторемедиации возможно внесение высоких доз монокремние-вой кислоты с целью деактивации остаточных тяжелых металлов.

Литература

1. Yankevich M. I., Khadeyeva V. V., Murygina V. P. Bioremediation of soil: yesterday, today and tomorrow // Biosphere. 2015. № 7(2). P. 199-208.

2. Lindsay W.L. Chemical Equilibria in Soil. N.Y.: John Wiley & Sons, 1979. 449 p.

3. Schindler P.W., Furst B., Dick R., Wolf P.O. Ligand properties of surface silanol groups. I.Surface complex formation with Fe3+,Cu2+, Cd3+, and Pb2+ // J. Colloid and Interface Sci. 1976. №55(2). P. 469-475.

4. Adrees M., Ali S., Rizwan M., Zia-ur-Rehman M., Ibrahim M., Abbas F., Irshad M. K. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: a review // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2015. № 119. P. 186-197.

5. Nowakowski W., Nowakowska J. Silicon and copper interaction in the growth of spring wheat seedlings // Biol. Plantarum. 1997. V. 39 (3). P. 463-466.

6. Liang Y., Nikolic M., Bélanger R., Gong H., Song, A. Silicon-mediated tolerance to metal toxicity // Silicon in Agriculture. Netherlands: Springer, 2015. P. 83-122.

УДК 631.4

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ РОССИИ

Булаткин Г.А., Митенко Г.В., Гурьев И.Д.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

e-mail: sadovod@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены возможности и ограничения использования различных видов растительной биомассы для производства биотоплива второго поколения (жидкого топлива) в России. Показано, что основными видами сырья для этой цели могут быть остатки деревопереработки и биомасса новой энергетической культуры мискантуса китайского (Miscanthus sinensis Anderss.).

Ключевые слова: растительная биомасса, торф, пожнивные остатки, возобновляемая энергия, мискантус китайский, энергетическая эффективность, Россия.

В настоящее время во многих странах делаются попытки получения жидкого топлива из продукции растениеводства. Налажено производство этанола и бутанола как экологически чистых добавок к углеводородному топливу в целях получения смеси, которую называют биотопливом. В качестве сырья в первую очередь предлагаются зерно, корнеплоды сахарной свёклы, клубни картофеля, сахарный тростник.

Засухи 2010 – 2012 гг. в России и других странах, наводнения на больших территориях земного шара показывают, что производство биотоплива из продовольственного сырья в больших масштабах не перспективно. Вероятно, останется Бразилия как производитель биоэтанола из продовольствия, в связи со спецификой климата.

В ИФПБ РАН разрабатываются альтернативные сценарии развития производства биотоплива второго поколения (из непродовольственного растительного сырья) для условий нашей страны, в основу которых положен эколого-энергетический подход к анализу функционирования природно-антропогенных комплексов. В расчётах оцениваются допустимое изъятие растительного сырья агросферы для промышленной переработки в биотопливо, запасы деловой древесины и отходы её переработки, площади используемой пашни и залежи, возможные объёмы производства возобновляемой энергии в настоящем, и в перспективе.

В настоящее время нами разработаны методики, выявлены закономерности формирования затрат технической энергии на производство биотоплива в цепи “поле–завод”, показана

нецелесообразность отчуждения органического вещества из агросферы и торфяных залежей. Важно иметь в виду, что изъятие побочной растительной сельскохозяйственной продукции из агросферы имеет отрицательные агроэкологические последствия, связанные с поддержанием плодородия почв, и, в первую очередь, с воспроизводством гумуса. В последние 15-20 лет в России резко сократилось поголовье крупного рогатого скота, а, следовательно, и объёмы навоза – основного источника органического удобрения в сельском хозяйстве. Естественно это сказалось на воспроизводстве почвенного плодородия. Из-за дефицита навоза в земледелии солома зерновых может быть сегодня главным источником пополнения пахотных почв органическим веществом. Из 1 т соломы в почве может образоваться около 250 кг гумуса.

Еще одним источником получения альтернативного топлива может служить торф. По величине доказанных извлекаемых запасов торфа первые 2 места в мире занимают США (13 млрд. т) и Россия (12 млрд. т).

В 80-е годы прошлого века в России только предприятиями Министерства топливной промышленности добывалось свыше 50 млн. т. В 2012 г. добыча торфа оценивалась в 2,0 млн. т или в 25 раз меньше, чем в 80-е годы. Неблагоприятная ситуация в торфяной промышленности России усугубляется как наличием противоречий в законодательной базе, так и финансовой слабостью торфяной промышленности России. К тому же небольшие объёмы добываемого торфа стратегически эффективнее использовать для подстилки в животноводстве, для приготовления компостов, в овощеводстве при выращивании рассады, и в целом для поддержания плодородия почв нашей страны.

Наши исследования показали, что в современной России из трёх основных источников биомассы (побочная продукция растениеводства и деревопереработки, торф) основным источником получения биотоплива могут служить отходы деревообрабатывающей промышленности. По прогнозам к 2020 г. эти отходы составят около 110 млн. т. Даже если использовать 25 % этого количества, можно получить 8 млн. т этанола, что вполне достаточно для улучшения всего потребляемого в стране бензина (с 10 % содержанием этанола).

Дополнительные величины энергии в форме экологически чистого топлива требуют рационального применения. В первую очередь биотопливо необходимо использовать внутри страны в качестве добавок к автомобильному бензину для улучшения атмосферы в крупных городах и промышленных агломерациях.

В России из хозяйственного оборота в последние два десятилетия выведено по разным данным от 20 до 40 млн. га пахотных земель, которые можно использовать для производства биотоплива.

В мире появилось перспективное направление производства биотоплива из биомассы, получаемой при выращивании энергетических лесов, посадок мискантуса. Эти многолетние насаждения могут быть даже более энергетически эффективны, чем производство биотоплива из зерна, картофеля, сахарной свёклы и т.д., не говоря уже об социальных преимуществах (сырьём является непродовольственная биомасса).

Мы предполагаем, что в России в ближайшие годы среди энергетических культур основное внимание может быть отведено мискантусу китайскому (*Miscanthus sinensis Anderss.*), который также называют «китайский камыш». Мискантус – род многолетних травянистых растений семейства мятликовых. Продуктивность его новых форм, выведенных в Институте цитологии и генетики СО РАН, составляет 10-15 т/га/год сухой биомассы [1]. Мискантус интенсивно изучается в европейских странах. Обзор публикаций и исследований показал, что средняя величина ежегодной максимальной продуктивности мискантуса в этих странах составила 22 т/га [2].

На серых лесных почвах южного Подмосковья нами были проведены многолетние эксперименты с этой культурой. Закладка плантации с мискантусом китайским произведена в мае 2012 г. методом посадок делённых корневищ. Предусмотрены два варианта: 1 – контроль (без удобрений) и 2 – с внесением минеральных удобрений 1 раз в 3 года в дозе $N_{120}P_{100}K_{100}$. В основу способа выращивания взята технология, разработанная в ИФПБ РАН. Посадка проведена по схеме 20*70 см. Проводился полив плантации по мере необходимости. Уборка урожая надземной биомассы проводилась в осенний период, перед наступлением заморозков. В среднем за четыре года урожай надземной биомассы мискантуса на варианте без удобрений составил 7,5 т/га сухого вещества, а при внесении удобрения – в среднем 10,0 т/га (с колебаниями от 5,3 до 17,7) в год.

В России эрозии подвержена четверть сельскохозяйственных угодий, что составляет более 50 млн. га [3]. В отношении защиты почв от эрозии мискантус представляет собой большой интерес, так как его посадки уже через 2-3 года после закладки плантации образуют на поверхности почвы сплошной покров из корневищ, что предотвращает всякое перемещение почвенного материала. В связи с этим посадки мискантуса кроме важного источника биомассы могут быть чрезвычайно экологически эффективны при закреплении эродированных почв, а так же развевающихся отвалов горнодобывающей промышленности, обогатительных фабрик и т.д. Одновременно при выращивании мискантуса снижаются внутрипочвенные потери гумуса от окисления.

В полевых опытах выявлена высокая энергетическая эффективность культивирования мискантуса (соотношение накопленной в надземной биомассе энергии с затраченной технической на возделывание и уборку). В среднем за 4 года она составила на контроле –

13,9, на удобренном варианте – 12,1. КПД ФАР приходящей за время вегетации культур у мискантуса на контроле составил 0,91, при внесении удобрений – 1,34. За счёт более длительного вегетационного периода, который начинается ранней весной с перехода среднесуточной температуры воздуха через +5°С, у мискантуса формируется высокий урожай надземной биомассы.

Его посадки даже на части не занятой сельскохозяйственными культурами площади пашни России позволит получить большое количество растительной биомассы, сохранить и даже повысить плодородие почв, а также предотвратить зарастание пашни кустарником и редколесьем. Биомасса мискантуса может быть использована в начале эксплуатации насаждений для производства топливных пеллет и брикетов, а после строительства биозаводов – и для производства жидкого биотоплива. Однако предварительно требуются разработка и апробирование технологий возделывания мискантуса в разнообразных почвенно-климатических зонах страны, разработка системы удобрений и оценка энергетической эффективности его производства.

Проведение натурных исследований в конкретных почвенно-климатических условиях даёт возможность оценить фактическую эффективность этой культуры и её влияние на компоненты агроэкосистем.

Литература

1. Шумный В.К., Вепрев С.Г., Нечипоренко Н.Н., Горячковская Т.Н., Слынько Н.М., Колчанов Н.А., Пельтек С.Е. Новая форма мискантуса китайского (Веерника китайского *Miscanthus sinensis Anders.)* как перспективного источника целлюлозосодержащего сырья // Вестник ВОГиС. 2010. Т. 14. №1. С. 122-226.

2. Heaton E.A., Clifton-Brown J., Voigt T.B., Jones M.B., Long S.P. *Miscanthus for Renewable Energy Generation: European Union Experience and Projections for Illinois* // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2004. Vol. 9. N. 4. P. 433-451.

3. Каштанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. М., Колос.1997. -240 с.

УДК 574:614.7(476)

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Бусько Е. Г.

УО «Международный государственный экологический Институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь

e-mail: e.busko@tut.by

Установлено, что при действии малых доз промышленных токсикантов, первоначальная реакция организма проявляется в стимуляции защитных механизмов, что на первом этапе не сказывается на общем уровне заболеваемости. В дальнейшем, при продолжительном действии химических загрязнителей, заболеваемость может вырасти скачкообразно, а при включении механизмов адаптации и резистентности уровни заболеваемости опять могут выйти на прежний уровень, после чего наступит очередной подъем. Показано, что для оценки ожидаемого неблагоприятного воздействия загрязняющих химических веществ на здоровье населения использование метода оценки риска является предпочтительным и дает наилучшие результаты.

Ключевые слова: химические загрязнители, экологическое состояние Беларуси, уровень заболеваемости населения, медико-географическая характеристика, оценка риска заболеваемости.

ВВЕДЕНИЕ

Воздействие загрязняющих химических веществ (ЗХВ), находящихся в атмосферном воздухе, многовекторное. Прямое воздействие атмосферных загрязнителей на человека, животных, растения и почву может сказаться на структуре и функционировании природных экосистем, включая их способность к саморегуляции. Кроме того, седиментация атмосферных загрязнителей на объектах окружающей среды и поглощение их растениями и животными приводит к проникновению химических веществ в пищевую цепь, попаданию в питьевую воду, и, следовательно, служит дополнительным источником воздействия на человека, его здоровье и влияет на качество жизни [1-3].

Многочисленные литературные данные как отечественных, так и зарубежных авторов показывают, что загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами оказывает негативное влияние на состояние здоровья населения. Последние годы все чаще употребляются термины «экоболезнь», «синдром множественной химической

чувствительности», «экологическая интоксикация», что по определению ВОЗ является «заболеваниями, вызванными воздействием окружающей среды» [4-6].

Влияние выбросов отдельных производств на здоровье людей изучено целым рядом исследований. Показано, что этиология практически всех группах заболеваний населения индустриальных городов - патология репродуктивной системы и болезней новорожденных, заболеваний органов дыхания, нервной системы, аллергических и аутоиммунных заболеваний, новообразований, болезней крови, сердечно-сосудистой системы связаны с нарастающим загрязнением атмосферного воздуха. При изучении изменений состояния здоровья населения под действием факторов окружающей среды с использованием различных методов, наблюдались и были описаны различные иммуномодулирующие эффекты, такие как транзиторное угнетение и стимуляция иммунного ответа, сдвиг пика антителообразования, снижение авидности антител, изменение экспрессии поверхностных клеточных рецепторов, пролиферативной активности или дифференцировки иммунокомпетентных клеток [6].

МАТЕРИАЛЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

До недавнего времени самым распространенным методом изучения влияния атмосферных загрязнителей на состояние здоровья населения было изучение и анализ заболеваемости по классам болезней, обусловленных действия ЗХВ. Анализ публикаций, посвященных изучению состояния здоровья населения, проживающего на территориях со степенью загрязнения атмосферного воздуха выше допустимого уровня, свидетельствует об избирательном действии некоторых химических веществ на отдельные органы и системы. Токсическое воздействие на центральную нервную систему оказывает вдыхание паров ртути и ее солей, одноатомных предельных спиртов, формальдегида, при длительном контакте таким же действием обладают бензол, свинец, пары бензина. При этом возникают нервно-психические нарушения, головокружение, головные боли, а также снижается память, расстраивается речь, появляются скованность, общая заторможенность.

Избыточное накопление марганца в организме так же сказывается на функционировании центральной нервной системы. Это проявляется в утомляемости, сонливости, ухудшении функций памяти. А так как марганец является политропным ядом, одновременно могут поражаться легкие, сердечнососудистая и гепатобиллиарная системы, нарушается иммунный ответ, отмечаются мутагенные эффекты. Повышенные концентрации диоксида азота во вдыхаемом воздухе, помимо направленного действия на дыхательную систему, усиливает действие канцерогенных веществ, способствуя возникновению злокачественных новообразований. Воздействуя на организм человека, диоксида азота вызывает кислородное

голодание тканей, особенно у детей, изменения состава крови.

Анемию и поражения системы крови вызывает хроническое действие свинца, кадмия. Установлено, что тяжелые металлы стимулируют развитие аллергических реакций, выявлена так же прямая зависимость между аллергией на хром и патологией пищеварительной системы. Раздражающее действие на верхние дыхательные пути и легкие оказывает диоксид азота, аммиак. Хроническая интоксикация никелем, железом приводит к возникновению заболеваний носоглотки, легких. Аммиак, обладая выраженным рефлекторным действием, при высоких концентрациях вызывает остановку дыхания. Отмечается анестезирующее действие металлической и табачной пыли на роговую оболочку глаза.

Установлено, что повышенное содержание фтора в атмосферном воздухе оказывает токсическое действие на развитие костной ткани, вызывая ее диффузное уплотнение. У людей, проживающих в районе расположения алюминиевого комбината, содержание в волосах многих жизненно необходимых элементов, таких как селен, хром, марганец, железо, кобальт, медь было крайне низким, а содержание фтора в волосах в некоторых случаях составило величину, близкую к содержанию фтора в волосах рабочих предприятий по производству фтора [6].

В соответствии с наиболее распространенной классификацией ЗХВ по основному характеру действия на органы и системы делятся на шесть групп: общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную (детородную) функцию организма. Общетоксические вещества (оксид углерода, свинец, ртуть, мышьяк и его соединения, бензол, соединения никеля, железа (III), формальдегид и др.) вызывают патологические изменения во всем организме. Раздражающие вещества (хлор, аммиак, пары ацетона, оксиды азота, озон и ряд других веществ) вызывают воспалительные процессы в дыхательном тракте и слизистых оболочках, оказывая хроническое или острое действие. Прижигающим действием на пищеварительный тракт обладают соединения железа (III). Хроническая интоксикация никелем, железом приводит к возникновению заболеваний носоглотки, легких. Сенсибилизирующие вещества (формальдегид, различные нитросоединения, никотинамид, гексахлоран и др.) действуют как аллергены. Канцерогенные вещества (хром (VI), бензпирен, бензол, формальдегид и др.) приводят к возникновению и развитию злокачественных новообразований. Мутагенные вещества (марганец, свинец, формальдегид и т.д.) вызывают изменение наследственной информации [7-9].

Частицы токсической пыли эффективно адсорбируются легкими и ионы проникают в жидкие среды организма, причем этот процесс примерно в десять раз эффективнее, чем поступление ионов через желудочно-кишечный тракт. Так, некоторые авторы считают, что

свинец, поступивший при дыхании, в 10-100 раз токсичнее того, который поступает через желудок [6].

Литературные данные свидетельствуют о том, что в городах с загрязненным атмосферным воздухом на уровне 4-8 ПДК заболеваемость хроническим бронхитом возросла в 2 раза, бронхиальной астмой на 20%, выявлено снижение иммунореактивносги у детей на 25-30% [10].

В последнее время возросло внимание к изучению возможных последствий для здоровья населения загрязнения атмосферы с кратковременным или незначительным колебаниям загрязняющих веществ (в пределах 1 ПДК). Получены данные о зависимости острых эффектов от уровня отдельных загрязнителей (пыль, озон, аммиак, оксид углерода, диоксид серы) [6].

Многие работы отечественных и зарубежных исследователей посвящены изучению репродуктивной функции женщин, проживающих в условиях неблагоприятной экологической ситуации [8]. Установлено прямое негативное влияние ЗХВ на биологический статус материнского организма и опосредованное влияние этих факторов на плод [6].

В литературе представлено значительное количество исследований, посвященных влиянию загрязнения окружающей среды на состояние здоровья детей. В силу того, что на эту возрастную группу не действуют производственные факторы и вредные привычки, их здоровье наиболее адекватно отражает влияние на организм человека качества атмосферного воздуха. Следует отметить, что в городах с развитой промышленностью у детей, как и у взрослых, отмечается рост патологии, обусловленной действием ЗХВ, обнаруженных в атмосферном воздухе. Наиболее интенсивный рост отмечается по следующим заболеваниям: анемия (2,5 раза), хронические болезни миндалин и аденоидов (4,7), бронхиальная астма (4,84), нефрит и нефротическй синдром (1,7), хронический отит (1,7 раза) [10-13].

Имеются данные о количественной зависимости заболеваемости населения от суммарного загрязнения атмосферного воздуха. При этом относительный риск роста заболеваемости органов дыхания, сердечно-сосудистой системы возрастает на 24 и 12 % соответственно, злокачественными новообразованиями на 5 %. Установлено, что рост смертности в населенных пунктах с повышенным содержанием ЗХВ в атмосферном воздухе отмечается по тем же классам болезней, по которым регистрировался рост заболеваемости [6,10].

По данным ВОЗ, воздействие загрязненного атмосферного воздуха ежегодно приводит к смерти от 200 до 570 тыс. человек и на долю этого фактора приходится около 0,4-1,1 % всех случаев смерти в год. Результаты эпидемиологических исследований в городах США показали, что в случае воздействия загрязненного атмосферного воздуха показатели общей смертности возрастают на 17-26 %, одновременно с этим растут показатели детской

смертности, смертности от рака легких, сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, продолжительность жизни сокращается на 1-2 года [6].

Исследования по выявлению динамики заболеваемости населения под влиянием выбросов ЗХВ и эффективные меры защита от выбросов промышленных предприятий требуют огромных материальных затрат, зачастую несоизмеримых с доходами самого производства. Однако самым существенным недостатком эпидемиологического метода является то, что он применим только для оценки влияния на здоровье населения действующих предприятий.

Во многих литературных источниках для оценки влияния ЗХВ на состояние здоровья населения предложено применять методические подходы для оценки риска неблагоприятного воздействия атмосферных загрязнителей. Показано, что эта методология позволяет осуществлять выявление и оценку количественных связей изменения факторов окружающей среды и особенностей нарушения здоровья населения на предпатологическом и патологическом уровнях [6].

В настоящее время экологическое состояние в Республике Беларусь сложилось в результате многолетнего функционирования хозяйственного комплекса страны, который работает в обычном технологическом режиме, аварийных выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их трансграничного переноса.

Общее экологическое состояние обусловлено, с одной стороны, степенью хозяйственного использования, радиоактивного, химического и бактериологического загрязнения отдельных компонентов природной среды (воздушного бассейна, почв, поверхностных и подземных вод, растительности), а с другой – степенью их устойчивостью. Комплексная оценка экологического состояния окружающей среды страны позволяет выделить следующие зоны: северную – экологически благоприятную, центральную – экологически относительно благоприятную и южную (точнее юго-восточную) – экологически неблагоприятную и с участками крайне неблагоприятными (рис. 1).

В основе представленной карты лежат комплексные данные информации по загрязнению отдельных компонентов: приземных слоев атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, физических факторов воздействия – шума, вибрации и электромагнитных излучений.

На рисунке 2 представлена карта комплексного медико-географического районирования Беларуси, которая включает 4 медико-географических провинции, 45 медико-географических районов и 186 медико-географических подрайонов.

На уровне медико-географических провинций определяющими являются ландшафтно-геохимические и климатические показатели, что нашло свое отражение в названиях медико-

географических провинций. Выделены следующие провинции: I – Поозерная; II – Белорусская возвышенная; III – Предполесско-Восточно-Белорусская; IV – Полесская.

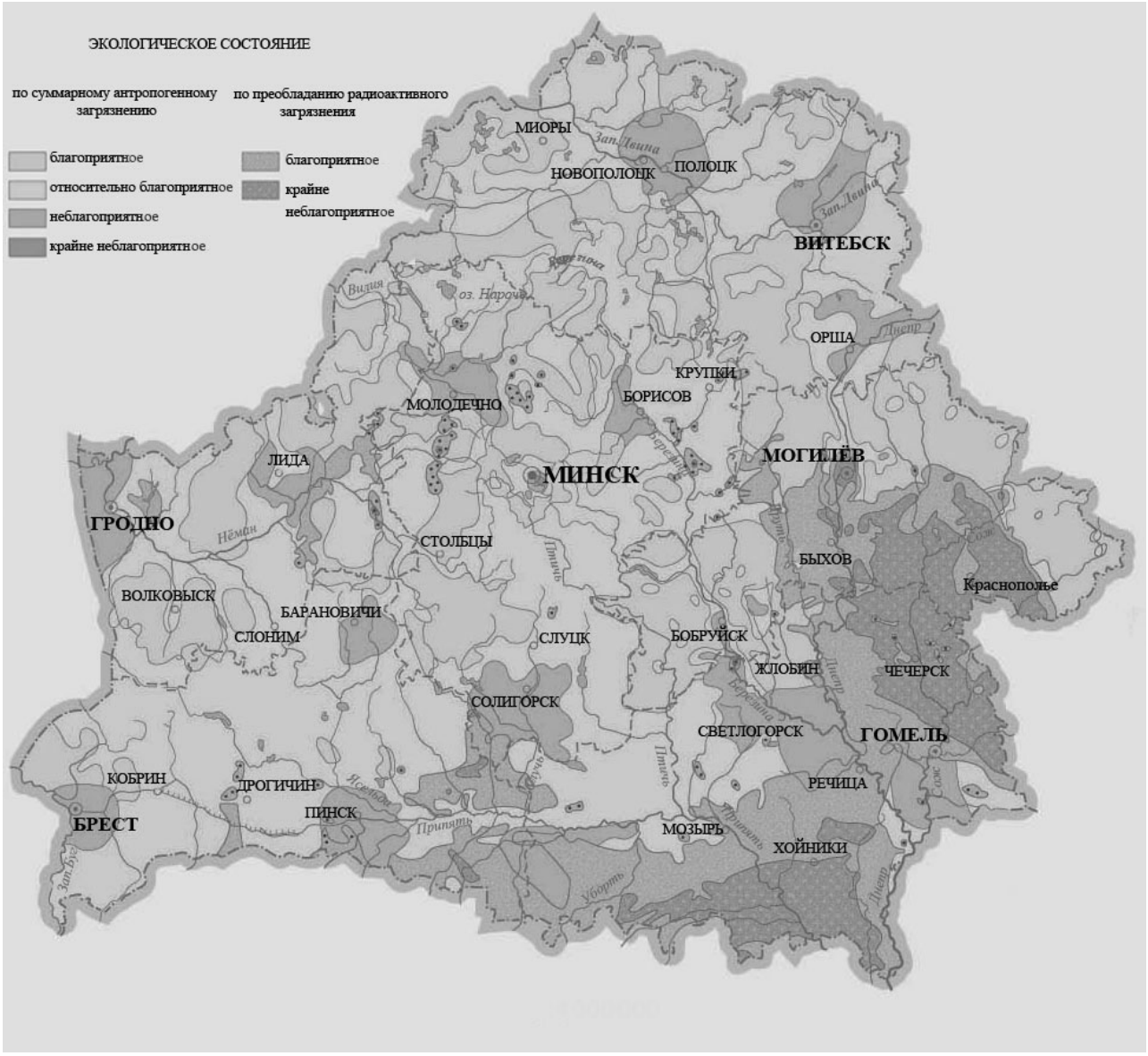


Рисунок 1 – Современное экологическое состояние территории Беларуси

Рисунок 2 – Комплексное медико-географического районирование Беларуси

Медико-географические районы выделены по показателям заболеваемости населения и степени их проявления. Показатель заболеваемости – абсолютная величина, отражает отчетливую особенность медико-географического района. Степень выражения заболевания обозначается на трех уровнях: низкая, средняя и повышенная. Это относительная величина, которая свидетельствует об уровне проявления болезни в данном регионе в сравнении с другими регионами. Степень выраженности заболевания различается по всем районам и видам заболеваний. Этот показатель взят за основу выделения медико-географических подрайонов (таблица).

Таблица

Показатели выделения медико-географических подрайонов Беларуси

Степень выраженности заболеваний	Показатели заболеваний*				
	Заболевания щитовидной железы	Заболевания злокачественными новообразованиями	Заболевания эндокринной системы	Заболевания органов пищеварения	Заболевания системы кровообращения
Низкая	менее 57	менее 924	менее 3 857	менее 9 398	Менее 11 485
Средняя	57-114	924-1 848	3 857-7 714	9 398-18 796	11 485-22 969
Повышенная	более 114	более 1 848	более 7 714	более 18 796	более 22 969

*

Карты по медико-географической характеристике территории Беларуси показывают не только существующую ситуацию, которая сложилась с возникновением и распространением болезней человека, но и природную предрасположенность заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последние достижения эпидемиологических исследований, касающихся воздействия на здоровье таких критериально значимых загрязнений атмосферного воздуха, как мелкодисперсные частицы, диоксид серы и озон, явились основанием для глобального подхода в рекомендациях ВОЗ по установлению нормативных уровней этих веществ с учетом критериев приемлемого риска [9,11-13].

В этой связи в процессе гармонизации, инициированном санитарно-эпидемиологической службой страны, отечественных гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест с международными безопасными уровнями воздействия, рекомендуемыми ЕС, ВОЗ, Агентством по охране окружающей среды США и другими ведущими международными организациями, обязательно необходимо учитывать современные тенденции в области нормирования и в первую очередь необходимость внедрения в нормативные документы понятия «приемлемый риск».

Сегодня несовершенство законодательной и нормативной поддержки единых критериев оценки и ранжирования рисков, связанных с негативным воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, становится серьезным препятствием на пути продвижения методологии анализа риска в Беларуси в качестве ведущего инструмента управленческой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев, Н.А., Фоменко, Г.А. Научно-методические основы создания инновационной системы в природоохранной сфере (контрольно-надзорная деятельность) // М.: Наука – 2010. – 136 с.

2. Авалиани, С.Л., Мишина, А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания. – М., 2011. – №3. С. 44–8.

3. Гурвич, В.Б., Плотко, Э. Г., Ярушин, С.В. Управление риском для здоровья населения при технологическом и санитарно- техническом перевооружении промышленных предприятий // Гигиена и санитария. 2007. – №3. – С. 18–20.

4. Новиков, С.М., Рахманин, Ю.А., Скворцова, Н.С., Шашина, Т.А. Современные проблемы оценки рисков и ущербов здоровью от воздействия факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. 2007. – №5. – С. 18–20.

5. Рахманин, Ю.А., Иванов, С.И., Новиков, С.М., Ревазова, Ю.А., Русаков, Н.В. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения // Гигиена и санитария. 2007. – №5. – С. 5–7.

6. Шевчук, Л. М., Федорович, С. В., Маркова, А. Г., Жарин, В. А. Гигиенические риски и генетические маркеры предпатологического состояния здоровья населения. – Минск: Право и экономика. – 2013. – 114 с.

7. Benchmark Dose Technical Guidance Document // EPA/630/R-00/001. – External Review Draft. – October, 2000. – 126 p.

8. Meek, M. E., Boobis, A.R., Crofton, K.M., Heinemeyer, G., Van Raaij, M., Vickers, C. Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals // A WHO/IPCS framework. Regul. Toxicol. Pharmacol. 2011. – V. 60. – P 1–14.

9. NRC (National Research Council) / Scientific Review of the Proposed Risk Assessment Bulletin from the Office of Management and Budget. – Washington, D.C. – 2007. – 348 p.

10. Pope, C.A., Dockery, D.W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. // J. Air Waste Manag. Assoc. 2006. – V 56. – P. 709–742.

11. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. Committee on Improving Risk Analysis Approaches Used by the U.S. EPA, NRC. – 2009. – 424 p.

12. WHO. The world health report 2002 – Reducing Health-Based Exposure Limits // World Health Organization, International Programme on Chemical Safety. – Geneva. – 2003. – 324 p.

13. WHO. World Health Organization 2006. Air Quality Guidelines: Global Update. – 2005. – 567 p.

УДК 504.06

МЕХАНИЗМЫ НОРМИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Воробьева Т.А.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ,

e-mail: vortanya2010@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены основные документы по нормированию качества природных и сточных вод. А также рассмотрен вопрос о плате абонентов за сброс загрязняющих веществ. Проведены сравнения требований к сбросу для ряда городов Вологодской области. Предложены механизмы совершенствования системы нормирования.

Ключевые слова: нормирование, предельно-допустимая концентрация, норматив допустимого сброса, система водоотведения, сточные воды, питьевая вода, водный объект.

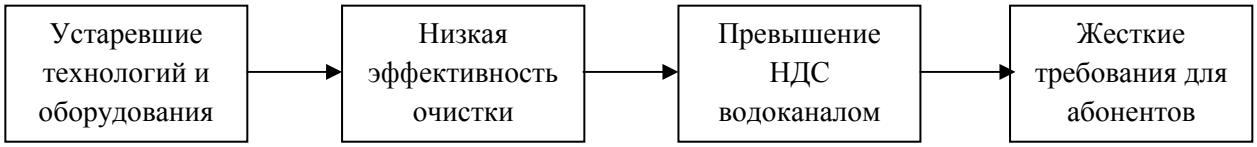
В настоящее время система водного законодательства в Российской Федерации регулируется Водным кодексом и Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Нормирование сброса сточных вод основано на установлении требований к содержанию загрязняющих веществ в водном объекте – предельно допустимая концентрация (ПДК), на базе которой затем рассчитывается концентрация допустимых загрязнений в отводимых сточных водах.

Для всех выпусков предприятий коммунального или промышленного сектора с учетом ПДК, которая зависит от назначения водного объекта, рассчитывается величина норматива допустимого сброса (НДС) – максимально возможная масса загрязняющих веществ, которая может быть отведена в водный объект при обеспечении норматива качества окружающей среды.

Нормирование качества воды осуществляется в соответствии с физическими, химическими, биологическими (в том числе микробиологическими и паразитологическими) и иными показателями состава и свойств воды водных объектов.

Предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) в свою очередь перекладывают требования на абонентов, отводящих сточные воды в водоотводящую сеть.

Существующее водное законодательство мотивирует предприятия ВКХ внедрять современные технологии и увеличивать эффективность очистки сточных вод на городских сооружениях. При использовании устаревших технологий и оборудования достижение НДС предприятием, осуществляющим сброс сточных вод в водный объект, не представляется возможным. В результате устанавливаются более жесткие требования абонентам на сброс сточных вод в системы водоотведения города:



В таблице представлена информация по требованиям к питьевой воде согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», нормативы качества воды водного объекта и данные по предъявляемым требованиям к сбросу сточных вод в системы водоотведения некоторых населенных пунктов Вологодской области.

При сбросе сточных вод в горколлектор абоненты обязаны соблюдать требования к составу и свойствам сточных вод в целях предотвращения негативного воздействия сточных вод на работу централизованной системы водоотведения согласно Правилам холодного водоснабжения и водоотведения (утверждены Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 N 644)

При расчете стоимости сброса в водоотводящую сеть применяются повышающие коэффициенты, которые устанавливаются органами исполнительной власти субъектов РФ с учетом кратности превышения нормативной концентрации веществ и количества веществ с превышением.

Плата абонентов (обе категории) за сброс загрязняющих веществ в централизованные системы водоотведения разделяет на две составляющие:

– за негативное воздействие на сети и сооружения самой системы канализации (в соответствии с Правилами, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 №644);

– за негативное воздействие на водные объекты через систему водоотведения (в соответствии с Правилами, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 12.02.1999 №167).

Если же предъявляемые требования не соблюдаются, то предприятие обязано иметь локальные очистные сооружения и осуществлять сброс в централизованную систему водоотведения сточных вод, прошедших предварительную очистку.

Таблица – Нормативы качества воды

Показатель	Водный объект[1]	Горколлектор					СанПиН Питьевая вода
		Допущены к сбросу в сеть[2]	Город №1	Город №2	Город №3		
					ОСК-1	ОСК-2	
1	2	3	4	5	6	7	8
pH	-	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6-9
Температура, °С	-	+40	-	-	+40	+40	-
ВВ	$С_Ф$+0,25	300	240	258	200	250	-
$БПК_5$	2	300	-	-	-	-	-
$БПК_{полн}$	3	-	200	220	200	300	-
ХПК	-	500	-	414	300	450	-
$N\text{-}NH_4^+ + N_{орг}$	-	50	-	-	-	-	-
Аммоний-ион	0,5	-	37,4	14,2	22,47	13,74	2[3]
Нитраты	40	-	40	160	40	40	45
Нитриты	0,08	-	0,08	0,16	0,08	0,08	3
Общий фосфор	-	12	-	-	-	-	-
Фосфаты (по фосфору)	0,2	-	8,8	2,2	0,58	0,315	-
Железо общее	0,1	3	0,43	0,24	0,68	0,335	0,3
Сульфаты	100	300	100	100	100	213,91	500
Хлориды	300	1000	300	300	300	300	350
Нефтепродукты	0,05	10	1,06	0,1	0,57	0,38	0,1
АПАВ	-	10	2,5	-	-	-	0,5
СПАВ	0,5	-	-	0,93	12,82	1,777	-
Фенолы	0,001	0,25	0,01	0,005	-	0,0087	0,25[4]
Формальдегид	0,01	-	0,26	0,18	0,1	-	0,05(при озон.)
Цинк	0,01	1	0,03	-	0,061	0,033	5
медь	0,001	0,5	0,008	-	0,0055	0,0039	1
алюминий	0,04	3	0,125	-	-	-	0,5
молибден	0,001	-	0,004	-	-	-	0,25
марганец	0,01	1	0,129	-	-	-	0,1
метанол	0,1	-	-	0,54	-	-	-
$хром^{6+}$	0,03	0,05	0,02	-	-	-	0,5
Никель	-	0,05	0,01	-	-	-	0,1
Роданиды	-	-	-	-	-	0,239	-
Цианиды	-	-	-	-	-	0,239	0,035

Примечание: 1 - для централизованных общесплавных и бытовых систем водоотведения согласно приложению 3 Правил ХВВ; 2 - категории водных объектов - рыбохозяйственное водопользование высшей и первой категории; 3 - аммиак по азоту; 4 – фенольный индекс; числовые значения в мг/л, температура – С°.

При внедрении наилучших доступных технологии очистки и соблюдений всех нормативов предприятия могут быть освобождены от платы за сброс. Также разработан справочник наилучших доступных технологий для очистки сточных вод, который направлен на сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

Выводы:

1. Существующая система нормирования сточных вод имеет ряд недостатков в части предъявления требований к выпускам очищенных сточных вод – не учитываются барьерные возможности технологий, природное состояние водного объекта.

2. Большинство очистных сооружений коммунального сектора находятся в крайне изношенном состоянии и требуют реконструкции. Создание региональных экологических фондов, собирающих и впоследствии распределяющих финансовые ресурсы на реконструкцию сооружений, позволило бы сократить негативное воздействие на водные экосистемы.

3. При нормировании выпусков сточных вод необходимо учитывать состав питьевых вод, подаваемых потребителям, так как требования к питьевой воде по СанПиН по ряду показателей (хлориды, сульфаты, железо и т.д.) менее жестки, чем к сточной воде, что может привести к подаче воды потребителям с превышающими значениями к сбросу.

4. Внедрение технологий в регионе должно выстраиваться на основе ранжированной оценки выпусков на предмет негативного техногенного (антропогенного) воздействия.

5. При достижении нормативов необходимо руководствоваться принципом поэтапности: на первом этапе должны максимально использоваться имеющиеся на объекте резервы повышения эффективности, на втором – заменяться технологические узлы, не поддающиеся реконструкции.

УДК 631.4:502.76

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ НА ТАЗОВСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Галиулин Р.В.[1], Башкин В.Н.[2], Галиулина Р.А.[1]

1 - Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

2 - Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

e-mail: rauf-galiulin@rambler.ru

В лабораторных условиях исследовали эффективность рекультивации с помощью торфа нарушенных тундровых почв Тазовского полуострова (Ямало-Ненецкий автономный округ) в районе производственной деятельности ООО «Газпром добыча Ямбург». Эффективность рекультивации нарушенных почв с помощью торфа диагностировали путем анализа активности фермента дегидрогеназы.

Ключевые слова: *добыча газа и газового конденсата, нарушенная почва, рекультивация, торф, фермент дегидрогеназа.*

Тазовский полуостров (68°09' с. ш., 76°02' в. д.) находится на севере Западно-Сибирской равнины в Ямало-Ненецком автономном округе между Обской губой на западе и Тазовской губой на востоке. Поверхность полуострова равнинная, покрыта многочисленными озерами и болотами, слабо наклонена на востоке к Тазовской губе и падает крупными обрывами на западе к Обской губе. Полуостров с характерной для него тундровой (мохово-лишайниковой и кустарниковой) растительностью представляет собой идеальные условия для пастбищного оленеводства. Вместе с тем Тазовский полуостров располагает уникальными месторождениями природного газа, на которых дочерняя компания ОАО «Газпром» - ООО «Газпром добыча Ямбург» проводит геологоразведочные работы, обустройство и разработку новых месторождений, а также осуществляет добычу газа и газового конденсата и их подготовку к транспорту. В процессе подобного рода производственной деятельности не исключается механическое воздействие на почвенно-растительный покров при проезде техники, связанной с осуществлением разведки, бурением скважин и обустройством промыслов. В результате тундровые почвы частично или полностью лишаются растительного покрова и органогенного слоя, при этом минеральные горизонты выходят на дневную поверхность и изменяется криогенная обстановка.

Исследования показали, что эффективным средством рекультивации нарушенных почв является торф. Эта органогенная порода состоит не только из не полностью разложившихся

остатков растений, но и продукта их разложения в виде гумуса, включающего, в частности, гуминовые кислоты, характеризующиеся высоким содержанием углерода, и все необходимые для растений питательные элементы. Из таких трех элементов питания, как азота, фосфора и калия, в торфе больше всего содержится азота (до 3,5%). Кроме того торф обладает определенным пулом различных физиологических групп микроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества торфа, что делает доступным для растений элементы питания. Примечательно также, что темный цвет торфа способствует поглощению тепла и быстрому прогреву почвы, что особенно важно при ее рекультивации в условиях Крайнего Севера.

Однако в условиях сурового климата тундры об эффективности рекультивации почв торфом можно будет судить по факту регенерации на них растительного покрова спустя десятки лет после начала этого мероприятия. Поэтому важна экспрессная оценка эффективности рекультивации нарушенных почв, путем проведения лабораторных опытов в контролируемых гидротермических условиях с использованием ключевых показателей процесса формирования почвенного плодородия. К числу таких показателей можно отнести ферментативную активность почвы, широко применяемую при оценке эффективности тех или иных рекультивационных приемов.

В этой связи основная цель работы заключалась в оценке эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв Тазовского полуострова с помощью торфа в лабораторных условиях, посредством анализа активности фермента дегидрогеназы.

Усредненные образцы из слоя 0-6 см двух нарушенных тундровых почв, представляющих собой по гранулометрическому составу связный песок, были отобраны на участках в районе расположения установок комплексной подготовки природного газа и газового конденсата, обеспечивающих их сбор и обработку в соответствии с требованиями отраслевых и государственных стандартов. На одном участке растительный покров отсутствовал, на другом участке происходила регенерация растительного покрова в виде отдельных представителей травяно-злаковой ассоциации и мхов. В опытах для рекультивации нарушенных почв применяли торф, добавляемый в почву в соотношении 1:4. В качестве эталона сравнения использовали 0-10 см слой торфяно-глеезема типичного тундрового.

Для оценки эффективности рекультивации нарушенных почв образцы массой 50 г без добавления и с добавлением торфа, увлажненные до 70% от полной влагоемкости инкубировали в чашках Петри в термостате при температуре 30ºС. В динамике на 5, 10, 20 и 30 сут анализировали активность дегидрогеназы образцов различных вариантов опыта спектрофотометрическим методом, основанным на цветной реакции превращения 2,3,5-

трифенилтетразолий хлорида в 2,3,5-трифенилформазан при непосредственном участии дегидрогеназы.

Как известно, роль дегидрогеназы заключается в катализе реакции дегидрирования органических веществ (углеводов, спиртов и органических кислот), поступающих с растительными остатками. При этом активность дегидрогеназы положительно коррелирует с общим количеством микроорганизмов в почве, а, следовательно, с соответствующей функциональной активностью микрофлоры.

Эксперименты показали, что за весь период наблюдения добавление торфа существенно повышало активность дегидрогеназы нарушенной почвы без растительного покрова и, особенно, с растительным покровом (**таблица**).

Динамика активности фермента дегидрогеназы нарушенных почв при их рекультивации с помощью торфа

Образец	Активность дегидрогеназы, % от активности торфяно-глеезема типичного тундрового			
	сутки			
	5	10	20	30
Торф	128,5	100	96,7	101,2
Нарушенная почва без растительного покрова	9,2	6,7	7,6	5,9
То же + торф, 4:1	32,6	23,9	19,0	23,7
Нарушенная почва с растительным покровом	18,6	13,6	15,1	11,9
То же + торф, 4:1	70,5	58,6	59,9	41,0

Как видно эффективность рекультивации нарушенных почв с помощью торфа четко диагностируется путем повышения активности дегидрогеназы. Что касается активности дегидрогеназы торфа, то она не только достигала соответствующей активности торфяно-глеезема типичного тундрового, но и в течение первых 5 сут была больше на 28,5%.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать заключение о реальной возможности оценки в лабораторных условиях, посредством анализа активности дегидрогеназы, эффективности рекультивации нарушенных почв с помощью торфа. Полученная при этом информация позволяет корректно приступить к широкомасштабной рекультивации нарушенных почв непосредственно на местности.

УДК 628.353.153

МЕТОД СТИМУЛЯЦИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Гончарова А.А.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

e-mail: anasta.novoselova@yandex.ru

Проведены исследования процессов очистки промышленных сточных вод с использованием иммобилизованных микроорганизмов активного ила очистных сооружений ОАО «Кокс» г. Кемерово.

Разработана и собрана лабораторная установка, представляющая собой реактор проточного типа с рециркуляцией. В реакторе используется биологическая насадка, которая представляет собой растительные остатки (солома, опилки) с иммобилизованным на них активным илом. Установка состоит из каскада емкостей, размещенных на специальном стенде.

Результаты показали повышение численности микроорганизмов в ходе эксперимента и снижении концентрации фенола, что говорит об эффективности очистки воды с использованием данной установки.

Ключевые слова: промышленные сточные воды, активный ил, иммобилизаторы, растительные остатки.

Основными источниками загрязнения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий.

Сточные воды химических, нефтехимических, коксохимических предприятий содержат в своем составе различные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества [1].

Для очистки сточных вод часто применяют метод биологической очистки, основанный на способности гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве питательных веществ и энергии различные химические соединения.

Объектом исследования являются микроорганизмы активного ила производственных очистных сооружений.

Образцы активного ила были проанализированы микробиологическими методами. Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили по общепринятым тестам [2, 3]. Выращивание микроорганизмов проводили на жидких и агаризованных средах.

Способность микроорганизмов расщеплять фенольные соединения определяли на элективных средах, где в качестве единственного источника углерода и энергии добавляли 0,1 % фенол. Проводили дробное внесение фенола (по 0,1 г/л) по мере его потребления микроорганизмами. Для культивирования бактерий-деструкторов фенола использовали минеральную среду следующего состава (г/л): Na_2HPO_3 – 0,73; KH_2PO_4 – 0,35; $NaHCO_3$ – 0,25; NH_4NO_3 – 0,75; $MnSO_4$ – 0,002. Определение количества жизнеспособных клеток в 1 мл культуральной среды с фенолом проводили в течении времени экспозиции при 4ºС, 10ºС, 20ºС, 32ºС один раз в сутки. Для этого готовили серию десятикратных разведений аликвоты суспензии до 10 000 кл/мл. Высевали 0,1 мл культуральной жидкости на поверхность агаризованной питательной среды. Подсчитывали количество выросших колоний.

Концентрацию фенола в среде определяли спектрофотометрически (СФ-40) при $\lambda = 272$ нм. Калибровочную кривую строили для водного раствора фенола.

Цель работы – разработка эффективного способа очистки сточных вод с использованием иммобилизованных микроорганизмов.

Разрабатываемый метод основан на использовании живых объектов, присутствующих в естественных, уже сложившихся биоценозах, для очистки сточных вод путем направленного управления этими объектами, стимуляции их деятельности [4].

В данной работе развитие естественных ассоциаций микроорганизмов стимулировали использованием в качестве иммобилизатора инкапсулированного питательного и энергетического целлюлозного субстрата (опилки и соломенная резка) [5].

Исследования проводили со сточной водой и активным илом с очистных сооружений предприятия ОАО «Кокс». Эксперименты проводили на разработанной ранее лабораторной установке биологической очистки сточных вод. Сточную воду в объеме 10 л заливали в приемный бак. Исследования процессов очистки в модельном реакторе проводили в два этапа.

Солому и опилки перед загрузкой в экспериментальную установку вымачивали 1 сутки в активном иле, разбавленном водопроводной водой. Цикл очистки сточной воды составил 3 суток. Был проведен анализ общей численности микроорганизмов в динамике.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде ОАО «Кокс» в процессе очистки представлена в табл. 1.

На втором этапе исследований оценили возможность применения иммобилизатора с микрофлорой повторно. По окончании процесса очищенная сточная вода сливалась из установки, а в установку загружалась очередная порция исходной сточной воды и осуществлялся следующий цикл процесса очистки без замены адсорбента с

иммобилизованными микроорганизмами. Полученные в динамике результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде

в процессе ее очистки (1 этап исследований)

Вариант	Численность микроорганизмов, клеток/мл		
	Исходное значение	2-е сутки	3 сутки
Активный ил + солома	$1,4\times10^6$	$5,2\times10^8$	$7,1\times10^8$
Активный ил + опилки	$3,1\times10^6$	$5,8\times10^7$	$5,1\times10^7$

Таблица 2.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде

(2 этап исследований)

Вариант	Численность микроорганизмов, клеток/мл		
	Исходное значение	2-е сутки	3 сутки
Активный ил + солома	$6,1\times10^5$	$6,5\times10^7$	$3,2\times10^9$
Активный ил + опилки	$5,0\times10^5$	$5,1\times10^7$	$1,9\times10^8$

Из табл. 2 видно, что повторное использование иммобилизаторов с микроорганизмами не снижает скорости размножения микроорганизмов, т.е. сохраняется деструктивный потенциал системы очистки, который определяется численностью микроорганизмов-деструкторов. Более того, во втором цикле численность микроорганизмов на 3 сутки достигает более высокого уровня, чем в первом.

В ходе эксперимента параллельно с микробиологическими исследованиями определяли концентрации фенола в сточной воде. Показатели очистки сточных вод микроорганизмами, иммобилизованными на растительных остатках, в динамике приведены в табл. 3 для первого цикла очистки и в табл. 4 – для второго цикла очистки.

Таблица 3.

Динамика концентрации фенола (1 цикл очистки)

	Содержание фенола в пробе, мг/дм^3			
	начальная	1 сутки	2 сутки	3 сутки
Активный ил + солома	258±3,12	152±1,41	35±0,33	7,3±0,03
Активный ил + опилки	325±3,02	147±1,21	67±1,62	5,2±0,03

Таблица 4

Динамика концентрации фенола (2 цикл очистки)

	Содержание фенола в пробе, мг/дм^3			
	начальная	1 сутки	2 сутки	3 сутки
Активный ил + солома	335±1,03	173±1,45	28±0,15	14,5±0,02
Активный ил + опилки	325±2,05	165±1,53	68±1,24	9,6±0,01

Степень очистки от фенола во втором цикле на 3 сутки составила 95,7; 97,05 % соответственно, что говорит о возможности применения иммобилизатора с микроорганизмами в нескольких циклах без замены.

Выводы:

1. Проведенные исследования, приближенные к производственным условиям, показали эффективность очистки промстоков от органических веществ с использованием экспериментальной установки и микроорганизмов, иммобилизованных на растительных материалах.

2. В экспериментах установлена высокая численной микроорганизмов-деструкторов в течение 2-х циклов очистки без замены насадочного материала и их высокая деструктивная активность в отношении загрязняющих веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение естественных биокаталитических систем бактерий в практике очистки сточных вод / соавт. Лесина М.Л. // Материалы Международной молодежной конференции «Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования». 10-12 сентября 2012 г. – Кемерово, КемТИПП - 2012 г. – С. 34-37.

2. Герхард, Ф. Методы общей бактериологии / Ф. Герхард. - Москва: Мир, 1984. – 3 т.

3. Хоулт, Дж. Определитель бактерий Берджи / Дж. Хоулт, Н. Криг. – Москва: Мир, 1997. – 2 т.

4. Новоселова А.А. Метод повышения эффективности биологической очистки сточных вод химических производств // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2016. – № 1. – С. 37-51.

5. Биодеструкцияксенобиотиков промышленных сточных вод с использованием иммобилизаторов / соавт. Лесина М.Л. // Сборник материалов Инновационного конвента «Кузбасс: Образование. Наука. Инновации». – 5-6 декабря 2013 г. - Кемерово, 2013. – С. 138-143.

УДК 504

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИТОМЕЛИРАНТОВ ДЛЯ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОКСИКАНТА (ПХБ) В ПОЧВЕ

Деева Н.Ф., Аладин Д.Ю., Севостьянов С.М., Демин Д.В.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

e -mail: ndeeva@rambler.ru

Представлены результаты изучения влияния определенных видов растений на деградацию ПХБ в почве. Выявлено, что Medicago sativa и Agrostis tenus способны накапливать ПХБ как в корнях, так и в зеленой массе. Снижение уровня загрязнения почв составило от 30 до 70%, что может быть объяснено процессами ризодеградации, протекающими в почве под действием экссудативных ферментов корневой системы растений.

Ключевые слова: полихлорированные бифенилы, растения-фитомелиоранты, почва, детоксикация, ризодеградация.

Целью настоящей работы является изучение устойчивости растений к высоким концентрациям в почве полихлорированных бифенилов (ПХБ) и выявления видов, способных поглощать или приводить к деградации токсиканта в сравнительно большом количестве. Определение роли растений в круговороте ксенобиотиков и продуктов их превращения в системе почва - растения.

Объекты и методы

Эксперимент проводился в лабораторных условиях с двумя почвенными образцами. В качестве контроля был взят образец из верхнего горизонта аллювиальной лугово-дерновой легкосуглинистой почвы, не загрязненной ПХБ. Второй образец – верхний горизонт аллювиальной луговой легкосуглинистой почвы с уровнем загрязнения почв ПХБ более 600 ПДК. В качестве фитомелиорантов производили посев двух видов растений: люцерны полевой (*Medicago sativa*) и полевицы тонкой (*Agrostis tenus*). Выбор данных видов основан на литературных данных, в которых описано использование этих растений для восстановления почв, загрязненных хлорорганическими соединениями [1].

Опыт проводился в четырех вариантах, в трех повторностях:1и 2 варианты – контроль - почва аллювиальная лугово-дерновая не загрязненная ПХБ с посевом *Medicago sativa* (1) и *Agrostis tenus* (2); 3 и 4 – аллювиальная луговая почва, загрязненная ПХБ с посевом *Medicago sativa* (3) и *Agrostis tenus* (4). Просеянная через 2 мм сито почва (1 кг) увлажнена до 70%

ППВ и помещена в темные пластиковые стаканы диаметром 9,5 см, на дно которых насыпан дренаж высотой 2 см. Во все стаканы были высеяны растения:– люцерна по 10 семян, полевица по 6 мг. Накрыли покровными стеклами до появления всходов.

После появления всходов почву во всех вариантах засыпали отмытым речным песком для исключения испарения влаги и ПХБ с поверхности.

Полив растений производили в основном в поддон, редко распылением влаги по поверхности при полном пересыхании верхней песчаной и почвенной толщи. Каждые 10 дней производили замер высоты растений во всех вариантах.

Эксперимент продолжался в течение 3 месяцев. По окончании эксперимента растения извлекли из стаканов, взвесили отдельно корневую и зеленую массу. Образцы почвы и растений из опытных вариантов были проанализированы на содержание в них ПХБ.

Обсуждение результатов

В вариантах с *Medicago sativa* в начале эксперимента растения контроля были на 26% выше, чем опытные образцы. К концу эксперимента эта разница сократилась до 5%, что свидетельствует об угнетении на первых этапах вегетации растений, в дальнейшем наблюдается адаптация данного вида к высоким дозам ПХБ в почве.

Для вариантов с *Agrostis tenus* на первом этапе наблюдений высота опытных растений была на 26 % выше, чем контрольных. Наличие хлорорганических соединений в почве стимулирует рост растений. К концу эксперимента высота растений в опыте с ПХБ была на 25% ниже, чем в контрольных вариантах - происходит угнетение данного вида.

Данный вывод подтверждается различиями в весе надземной и подземной частей растений во влажном и затем высушенном состоянии по вариантам опыта. Вес наземной части *Medicago sativa* во влажном состоянии в варианте с ПХБ на 12,9 %, корней на 27,5% меньше, чем в контроле. Для *Agrostis tenus* эта разница составила 36 % для зеленой и 34.2% для корневой массы. В высушенном состоянии зеленая масса *Medicago sativa* в опытном варианте всего лишь на 2,2% ниже по сравнению с контролем. Разница в весе высушенных растений *Agrostis tenus* между контролем и опытом составила 48%. Вес высушенных растений составил: *Medicago sativa* надземная часть –1,732 г, корни – 2,246 г, общая –3,978 г; *Agrostis tenus* надземная часть – 1,788 г, корни – 2,145 г, общая – 3,933 г.

Так как масса почвенного образца в каждом сосуде составила 1 кг и известно изначальное содержание в нем ПХБ, можно произвести подсчет накопления данного токсиканта растениями в абсолютных величинах. Для чего содержание ПХБ в мкг/г растений умножается на вес растительного образца.

Приведенные данные показывают, что накопление ПХБ корнями данных видов растений примерно в 100 раз превышает накопление зеленой массой (табл.1) [2].

Существует мнение, что из-за низкой растворимости и высокой сорбционной способности гидрофобные органические вещества не способны к транслокации из корневой системы в наземную часть и наоборот. Поэтому ПХБ в корни переходят только из почвы. В зеленую массу они поступают из воздуха. В нашем эксперименте воздушный перенос ПХБ исключен. Поэтому можно сделать вывод, что наблюдается транслокация ПХБ из корней в наземную часть растения, хотя эта величина и невелика.

Таблица 1. Содержание ПХБ в надземной и корневой массе люцерны и полевицы

Конгенеры ПХБ	Растения, выращенные в почве загрязненной ПХБ, (около 600 ПДК)							
	Medicago sativa				*Agrostis tenus*			
	зеленая масса		корни		зеленая масса		корни	
	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
трихлорбифенил	0,33	12,06	40,63	21,45	0,13	9,93	21,86	18,96
тетрахлорбифенил	0,91	32,96	87,52	46,20	0,46	36,44	56,05	48,61
пентахлорбифенил	0,99	35,59	48,04	25,36	0,48	37,80	29,57	25,64
гексахлорбифенил	0,45	16,12	11,92	6,29	0,17	13,75	7,33	6,36
гептахлорбифенил	0,08	2,93	0,92	0,49	0,02	1,71	0,33	0,29
октахлорбифенил	0,01	0,34	0,40	0,21	0,005	0,37	0,16	0,14
сумма	2,77	100	189,43	100	1,267	100	115,3	100
Сумма в мкг в пересчете на вес растений	**4,80**		**425,45**		**2,265**		**247,32**	

Преобладание в корневой системе легких фракций ПХБ вполне объяснимо: это наиболее мобильные, относительно растворимые соединения, которые из почвенных растворов поглощаются растением в первую очередь. В надземной части данных видов растений отмечается повышенное накопление тяжелых наиболее токсичные фракции ПХБ как относительно корней, так и почвы [3].

Относительно исходной почвы люцерна в сумме накопила 1,2 %, полевица – 0,7 % ПХБ. Однако остаточное количество ПХБ в почве после выращивания растений намного меньше (табл. 2) и составило 31,3 % и образце из-под *Medicago sativa* и 70,4% из-под *Agrostis tenus* .

Таблица 2. Содержание ПХБ в почве до и после выращивания растений

Конгенеры ПХБ	исходно загрязненная почва		почва после выращивания			
			Medicago sativa		*Agrostis tenus*	
	мкг/кг	%	мкг/кг	%	мкг/кг	%
Трихлорбифенил	5962,8	16,46	2725,77	24,02	6096,90	23,90
Тетрахлорбифенил	12719,5	35,10	3962,14	34,92	9365,18	36,71
Пентахлорбифенил	11020,5	30,42	3234,56	28,52	7307,82	28,64
Гексахлорбифенил	5321	14,69	1256,20	11,07	2354,00	9,23
Гептахлорбифенил	1125,4	3,11	129,80	1,14	310,15	1,22
Октахлорбифенил	78,2	0,22	37,40	0,33	77,80	0,30
Сумма	36227,4	100	11345,87	100	25511,85	100

В составе ПХБ отмечается увеличение содержания легких фракций с 51,6 % в исходной почве до 59 % и 60,6 % после *Medicago sativa* и *Agrostis tenus*, т.е. происходит

дегалогенирование молекул ПХБ, что является положительным результатом, так как низкохлорированные конгенеры наиболее доступны для микробиологической деструкции.

При незначительном накоплении ПХБ растениями снижение уровня загрязнения почв составило от 30 до 70%, что может быть объяснено процессами ризодеградации, протекающими в почве под действием корневой системы растений. Корни, при помощи экссудативных ферментов полностью или частично деградируют токсичные соединения в области корневой системы до их проникновения в растения. Кроме того, выделяя экссудаты, они создают оптимальные условия для размножения ризосферной микрофлоры, которая так же осуществляет деградацию токсикантов.

Выводы

Присутствие чрезвычайно высоких доз ПХБ в почве приводит к угнетению растений на разных стадиях их вегетации, влияет на продуктивность зеленой массы и водоудерживающую способность рассмотренных видов.

Отмечена транслокация ПХБ из корней в надземную часть. При этом в корнях накапливается ПХБ в 100 раз больше, чем в зеленой массе.

Изменение конгенерного состава в почвенных образцах после выращивания растений свидетельствует о дегалогенировании молекул ПХБ, делая их более доступными для действия окислительных ферментов, которые, в свою очередь, разрушают углеродные скелеты токсикантов до стандартных клеточных метаболитов. Однако эти процессы протекают крайне медленно.

Снижение уровня ПХБ почв от 30 до 70% может быть объяснен процессами фито- и ризодеградации, протекающими под действием данных видов растений в симбиозе с микроорганизмами.

Из приведенных исследования можно рекомендовать использовать *Medicago sativa* (3) и *Agrostis tenus* для фиторемедиационных технологий на аллювиально лугово-дерновой легкосуглинистой почве при высоких концентрациях ПХБ.

Литература

1. *Г.И. Квеситадзе.* Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях // Г.И. Квеситадзе и др. – М.: Наука, 2005. 199 с.

2. *Д.В. Демин, С.М. Севостьянов, Н.Ф. Деева, А.А. Ильина*. Распределение и биологическая активность полихлорированных бифенилов в системе «почва-растение» при высоких уровнях загрязнения // *Теоретическая и прикладная экология,* 2007, №2. С. 31-37.

3. *Севостьянов С.М., Аладин Д.Ю., Деева Н.Ф., Демин Д.В*. Восстановление аллювиально-луговой почвы загрязненной ПХБ с помощью фитомелирантов // Известия Самарского научного центра РАН, 2016, т.18, № 2. С. 199-202.

УДК 504.064.36:550.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТЕПЕНЬ ТОКСИЧНОСТИ

Дзюба Е.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, РФ

e-mail: aea_eco@mail.ru

В данной статье описаны результаты исследования зависимости геохимических свойств почв и показателей токсичности. Были проведены измерения содержания тяжелых металлов в почвах, значения водородного показателя, проведено биотестирования на двух тест-объектах (Chlorella vulgaris, Daphnia magna). В итоге были получены пары взаимозависимых показателей, что может учитываться при дальнейших исследованиях влияния геохимический свойств почв на степень токсичности, и при проведении экологического мониторинга природных систем, а так же, при экологической диагностике почв.

Ключевые слова: биотестирование, геохимия почв, спектральный анализ, тяжелые металлы, Chlorella vulgaris, Daphnia magna.

Различные загрязняющие вещества после попадания в окружающую среду могут претерпевать в ней изменения, вследствие которых их токсическое действие может усиливаться или изменяться любым не прогнозируемым способом. В связи с этим необходима разработка и применение методов интегральной оценки качества среды (в том числе почвы, воды, воздуха), позволяющих оценить ее качество и возможную опасность различных источников загрязнения, вне зависимости от конкретных количественных характеристик.

Получить данные с характеристикой токсического эффекта возможно только при проведении биотестирования [1], целью которого является выявление степени и характера токсичности тестируемой среды [2]. Поскольку повышенное содержание в почве тяжелых металлов приводит к токсическому воздействию, при проведении биотестирования необходимо осуществлять их попутный анализ содержания тяжелых металлов в почве. Необходимо проводить исследования на выявление закономерностей, связанных с тем, какие вещества и в каком количестве, а главное, при каком их сочетании оказывают токсическое воздействие.

Целью работы было исследование зависимости геохимических свойств почв и показателей токсичности. **Объект исследования** – образцы почв, отобранные на территории государственного природного заповедника «Вишерский». **Предмет исследования** – токсичность почвы, определяемая по смертности *Daphnia magna* и прироста (угнетения роста) *Chlorella vulgaris* и геохимические показатели исследуемых почвенных образцов.

Материалы и методы исследования. ООПТ заповедник «Вишерский», на территории которого отбирались почвенные пробы расположен на крайнем северо-востоке Пермского края, в верховьях реки Вишера. Биотестирование на тест-объекте *Chlorella vulgaris и Daphnia magna* проводились по аттестованным методикам [3, 4]. Применялось несколько методов для геохимического анализа: определение содержания тяжёлых металлов в почвах волнодисперсионным ренгенофлуоресцентным спектрометром. Всего было определено валовое содержание двенадцати элементов: Sr, Pb, As, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti. Определение pH. Определение pH производили с приготовлением водной и солевой вытяжек.

Результаты и обсуждения. В данной работе была проанализирована корреляция между определяемыми параметрами при проведении биотестирования, анализа содержания тяжелых металлов и pH. В таблице представлена корреляционная матрица, отражающая наличие и степень зависимости геохимических показателей и токсичности почв друг от друга. Выделяется высокая, средняя и слабая зависимости, а так же отрицательные и положительные зависимости.

Таблица

Корреляционная матрица для анализируемых параметров исследуемых почв*

	БКР	**Sr**	**Pb**	**As**	**Zn**	**Cu**	**Ni**	**Co**	**Fe**	**Mn**	**Cr**	**V**	**Ti**	**$pH_{(H2O)}$**	**$pH_{(KCl)}$**	**Zc**	**Высота н.у.м.**
ТКР	0,1	-0,3	0,26	-0,3	-0,1	0,19	0,11	0,1	0,13	-0,6	0,5	0,11	0,4	-0,5	-0,4	0,08	0,36
БКР		0,41	0,28	0,35	0,41	0,21	0,18	-0,1	-0,1	0,23	-0,3	0,16	-0,2	0,32	0,14	0,28	-0,4
Sr			0,51	0,65	0,32	0,37	0,25	-0,2	-0,1	0,7	-0,3	0,23	-0,1	0,58	0,61	0,53	-0,6
Pb				-0,1	0,23	0,22	0,45	0,05	-0,2	0,28	0,39	0,20	0,29	0,39	0,44	0,52	-0,2
As					0,43	0,13	0,07	-0,5	0,37	0,58	-0,6	0,39	-0,1	0,47	0,51	0,36	-0,8
Zn						0,09	0,71	-0,1	0,63	0,82	-0,1	0,7	0,12	0,57	0,51	0,78	-0,9
Cu							0,09	-0,1	0,22	0,06	0,21	0,52	0,68	-0,4	-0,4	0,37	-0,2
Ni								0,51	0,34	0,55	0,58	0,42	0,08	0,28	0,33	0,91	-0,5
Co									-0,3	-0,2	0,70	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	0,19	0,37
Fe										0,33	0,06	0,77	0,48	-0,1	0,01	0,45	-0,5
Mn											-0,2	0,55	-0,1	0,76	0,76	0,70	-0,9
Cr												0,03	0,34	-0,4	-0,3	0,39	0,30
V													0,72	0,09	0,15	0,66	-0,7
Ti														-0,4	-0,3	0,28	-0,1
$pH_{(H2O)}$															0,95	0,33	-0,7

pH (KCl)																0,4	-0,6
Zc																	-0,7

***Примечание к таблице, степень корреляции между параметрами:**

0,01 – 0,19	Отсутствует
0,2 – 0,49	Слабая
0,5 – 0,69	Средняя
0,7 – 0,99	Высокая

Связь токсической кратности разбавления при биотестировании на *Chlorella vulgaris* и безвредной кратности разбавления при биотестировании на *Daphnia magna* в ходе корреляционного анализа не была выявлена.

Наиболее важным является выявление зависимости между токсичностью почв и ее геохимическим составом. В ходе исследования был проведен корреляционный анализ между результатами биотестирования, концентрациями тяжелых металлов в почвах, актуальной и потенциальной кислотностями, а так же суммарным показателем загрязнения почв по зональному фоновому содержанию.

Влияние содержания тяжелых металлов на токсичность почв. В ходе корреляционного анализа между показателями токсичности и содержанием тяжелых металлов в почвах выявлена отрицательная зависимость средней степени между значением ТКР и содержанием Mn. Так же выявлена слабая положительная зависимость между значением ТКР и содержанием в почвах Pb, Cr и Ti, то есть при увеличении их количества увеличивается значение ТКР. Также слабая, но отрицательная зависимость наблюдается в отношении Sr и As, когда при увеличении его количества в почвах происходит уменьшение значения ТКР. В отношении показателя БКР наблюдается слабая положительная зависимость с содержанием Sr, Pb, As, Zn, Cu, Mn и слабая отрицательная зависимость с содержанием Cr и Ti.

Влияние абсолютной и потенциальной кислотностей на токсичность почв. Выявлена слабая отрицательная зависимость между абсолютной и потенциальной кислотностями и значением ТКР. При увеличении кислотности почв (уменьшение числового значения pH) значение ТКР повышается. А в случае с показателем БКР при увеличении кислотности (уменьшение числового показателя значения pH) происходит его уменьшение, что является положительной взаимосвязью.

Взаимосвязь суммарного показателя загрязнения почв (Zc) и их токсичности. При анализе взаимосвязи суммарного показателя загрязнения почв и их токсичности была выявлена слабая положительная взаимосвязь с показателем БКР.

Далее важно отметить наличие взаимосвязей между содержанием тяжелых металлов. В данном случае проявляется высокая положительная взаимосвязь между содержаниями Zn и

Ni, Zn и Mn, Zn и V, Co и Cr, Fe и V, V и Ti. Средняя взаимосвязь положительного характера проявляется между парами элементов Sr и Pb, Sr и As, Sr и Mn, As и Mn, Zn и Fe, Cu и Ti, Cu и V, Ni и Co, Ni и Mn, Ni и Cr, Mn и V. Средняя отрицательная взаимосвязь проявляется между содержаниями As и Cr.

Влияние содержания тяжелых металлов на pH. Была выявлена высокая степень положительного влияния содержания Mn на потенциальную и абсолютную кислотности почв. Положительной влияние средней степени на потенциальную и абсолютную кислотности оказывает содержание Sr, As, Zn.

Так же выявлена взаимосвязь высокой степени между **суммарным загрязнением почв** и содержанием в почвах Mn, Ni, Zn. Влияние средней степени оказывается содержание Sr, Pb и V. Следовательно, можно предположить, что они играют главную роль при суммарном загрязнении. Влияние слабой степени оказывают As, Cu, Fe, Cr, Ti.

Заключение. В ходе корреляционного анализа было важно выявить, имеется ли связь между распределением анализируемых параметров, в частности зависимость от высоты пробной площадки над уровнем моря. При проведении анализа было выявлено, что проявляется высокая отрицательная взаимосвязь с содержанием в почвах As, Zn, Mn и с суммарным показателем загрязнения Zc, из чего следует, что при увеличении высоты над уровнем моря происходит уменьшение содержания анализируемых веществ и суммарного показателя загрязнения. Наряду с этим выявлена отрицательная зависимость средней степени между высотой над уровнем моря и содержанием в почвах Sr, Ni, Fe, V, потенциальной и абсолютными кислотностями почв. Таким образом, содержание данных веществ и кислотность с увеличением высоты над уровнем моря уменьшаются. Была отмечена слабая положительная и отрицательная зависимость соответственно показателей ТКР и $БКР_{(10-48)}$ от высоты пробной площадки над уровнем моря.

Список литературы

1. *Биотестовый анализ* – интегральный метод оценки качества объектов среды: учебно-методическое пособие / А.Г. Бубнов [и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 112 с.

2. *Ляшенко О.Я.* Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учеб. пособие / О.Я. Ляшенко. – СПб ГТУРП. – СПб., 2012. – 67 с.

3. *ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04* (ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04) Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. – М., 2014. – 36 с.

4. *ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06* (ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.9-06) Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. – М., 2014. – 39.

УДК 631.4, 631.461.7

СТЕХИОМЕТРИЯ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (C, N, P) В ПУЛАХ ПОЧВЫ

Дударева Д.М.[1], Квиткина А.К.[2], Ларионова А.А.[2]

1 – Пущинский государственный естественно-научный институт, Пущино, РФ

2 – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

e-mail: darya_dudareva@mail.ru

Микроорганизмы, выделяя экзоферменты, регулируют скорости высвобождения-иммобилизации C, N, P, изменяют соотношение C:N:P в почвенных пулах.

Ключевые слова: экологическая стехиометрия, C:N:P, почва, экосистема, пулы

Экологическая стехиометрия – это развивающееся научное направление на стыке экологии, почвоведения, микробиологии, агрохимии, биогеохимии, которое изучает баланс энергии и химических элементов в экологических взаимодействиях [1]. Соотношение жизненно важных элементов C:N:P в различных пулах позволяет рассчитать подвижность биофильных элементов и их накопление в пищевых цепях [2]. С помощью стехиометрии можно определить доступность, избыток-недостаток, лимитированность элемента, оценить устойчивость отдельных компонентов экосистемы к воздействию природных и антропогенных факторов. Целью нашей работы является определить соотношение C:N:P при абиотических стрессах, учитывая активность гидролитических ферментов.

Минерализация и гумификация растительного опада и почвенного органического вещества (ПОВ), эмиссия оксидов азота и углерода, иммобилизация (в микробной биомассе, гумусе и органо-минеральных комплексах) влияют на соотношение C:N:P. ПОВ представляет собой континуум органических и органо-минеральных соединений, различающихся по степени устойчивости к разложению микроорганизмами: от лабильных пулов, обновляющихся за сутки и месяцы, до устойчивых пулов, сохраняющихся в течение десятков и тысяч лет. Высвобождение и иммобилизация C, N, P из пулов ПОВ происходят через ферментативные реакции и скорости процессов зависят от активности экзоферментов. Целиком характеризует пул ПОВ: C:N:P, ферментативная активность и скорости оборота.

Литература

1. Elser, J. Biological stoichiometry: a chemical bridge between ecosystem ecology and evolutionary biology. // American Naturalist. - 2006. - Vol. 168. - P. S25–S35.

2. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. Под ред. Кудеярова В.Н. М.: Наука, 2007. 380 с.

УДК 630*182.21

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И ЭКОСИСТЕМА

Дыбова Ю.А. , Збродова Т.А.

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, РФ

e-mail: vglta@vglta.vrn.ru

Аннотация: лесные биоценозы на территории России играют существенную роль в поддержании устойчивости биосферы, сохранении качества среды обитания человека и животных. Лесные пожары являются одним из ведущих факторов, способных разрушить их экологический потенциал. Задача восстановления защитных свойств лесной среды может быть решена только после тщательного изучения всех составляющих допожарной и послепожарной экосистемы. Полученные данные позволят найти пути ускоренного лесовозобновления гарей и горельников.

Ключевые слова: допожарный биоценоз, биомасса, запасы гумуса, энергетика БГЦ, углерод, лессовостановление.

На сегодняшний день проблема гибели леса занимает одно из первых мест по глобальным проблемам человечества. Лесные пожары уничтожают ежегодно 3 млн. тонн органического вещества. Пожары наносят огромный вред лесному хозяйству: уменьшается прирост деревьев, ухудшается состав лесов, усиливаются буреломы и ветроломы, ухудшаются почвенные условия, гибнут животные, средой обитания которых является лес. [1]

Пожары пагубно влияют на экосистему. Причиной возникновения пожаров, является природное и антропогенное воздействие, при этом человек наносит более ощутимый вред экосистеме. Из-за пожаров в Воронеже и Воронежской области в 2010 году было уничтожено 13 тыс. га леса. И, к сожалению, пожары стали ежегодными. Это приводит к истощению экосистемы. Изучение допожарных и послепожарных биоценозов поможет разработать комплекс мер по защите леса. В связи с этим, на сегодняшний день данная тема исследования, является актуальной.

Объектом исследования является постоянные пробные площади в Левобережном лесничестве Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф.Морозова (ВГЛТУ). Все исследования проводились по общепринятым методикам. В данной работе приводятся некоторые параметры, изученные на постоянных пробных площадях в Левобережном лесничестве ВГЛТУ.

Исследования, проведенные в 26 квартале накануне пожара показали, что растительный напочвенный покров был представлен брусникой, купеной лекарственной, осотом волосистым, дикранумом волнистым, сфагнумом, кошачьей лапкой, земляникой лесной и др. Почва: серая лесная грунтовоглееватая среднемощная связнопесчаная, на рыхлых верхнечетвертичных аллювиальных песках. В структуре биогеоценоза принимали участие сосна обыкновенная, рябина обыкновенная, дуб черешчатый, клен татарский.

Биомасса отдельных частей, составляющих модельные деревья (табл.1) показывает, что основная ее доля приходится на ствол и ветви.

Таблица 1 - Органическая масса модельных деревьев на пробной площади №5 (S=0,25 га)

Тип леса	Биометрические показатели (кг)	Породы				
		сосна	рябина	дуб	клен	подрост
БТМ	Хвоя, листья	13,6	0,04	0,006	0,02	0,89
	Ветви мелкие	6,3	0,02	0,01	0,01	0,71
	Ветви крупные	15,0	-	-	-	1,46
	Ствол	246	0,30	0,08	0,26	1,60
	Надземная масса	298,9	0,36	0,96	0,29	4,66
	Корни крупные	31,6	0,25	-	0,29	0,96
	Корни мелкие	1,21	0,20	0,10	0,20	0,90
	Подземная масса	32,8	0,45	0,10	0,49	1,88
	Масса дерева	331,7	0,81	1,06	0,78	6,52

В структуре данного БГЦ (табл.1) естественно доминирует основная порода – сосна обыкновенная. Остальные породы не выдерживают конкуренции, находятся в угнетенном состоянии и постепенно отмирают. Стабильно себя чувствуют только лесные травы и моховой ярус.

По запасам гумуса на 1 гектар данная почва уступает более молодым ландшафтам (табл.2). Сработка гумуса, его резко фульватная природа, вызванная длительным воздействием сосны, низкое содержание белковых веществ повлияло на общий характер БГЦ.

В.А.Ковда указывает, что энергия, заключенная в гумусе, хотя и составляет лишь небольшую часть общей энергии кристаллической решетки минералов слагающих почву, но имеет исключительно большое значение. Он пишет: «Почвенный покров, как компонент биосферы, представляет собой универсальный земной аккумулятор и экономный распределитель наиболее ценной для поддержания жизни части энергии, связанной в гумусе и необходимой для нормального обмена и круговорота веществ в природе» [2].

Таблица 2 - Содержание гумуса и азота в почвах свежего травяного бора (ПП№5)

Биогео-Горизонт	Почвенный горизонт	Глубина отбора проб, см	Гумус, %		Азот общий, %	C:N
Н	А	2-12	2,00	0,07	0,03	38
	АВ	12-22	1,61	0,10	0,02	46
Кс	B_1	22-32	0,95	0,09	0,015	36
		32-42	0,16	0,08	0,005	
	B_2	42-50	0,10	-	0,005	
		50-60	0,05	-	-	
		60-70	0,03	-	-	

Именно круговорот веществ, основные потоки которого проходят через почву, формируют энергетику БГЦ и отдельных его биогеогоризонтов (табл.3).

Таблица 3 - Запасы органической массы и заключенной в ней энергии свежем травяном бору

Биогеогоризонты	Масса (т)		Запасы энергии в млн/га	
	на ПП	на га	ккал	кДж
Фотосинтетический деревьев	4,0	16,0	31,8	133,6
Аккумулятивный деревьев	55,8	223,2	446,4	1875,0
Фотосинтетический подроста и подлеска	0,16	0,65	1,3	5,46
Аккумулятивный подроста и подлеска	0,33	1,32	2,6	10,9
Фотосинтетический мохового яруса	0,77	3,10	6,2	26,0
Фотосинтетический травяного яруса	0,25	1,00	1,0	4,2
Морт масса (О–лесная подстилка)	0,95	3,80	7,6	31,9
Надземная биомасса	62,25	248,99	498,0	2092,0
Подземная биомасса	0,90	3,55	7,1	29,8
Общая биомасса	63,14	252,55	505,1	2121,4

Как видно, общая энергетика допожарного ландшафта составляла 2121 млн кДж/га. Одна часть этой энергии выделялась в виде тепла, другая – в форме, способной совершать химическую работу. Допожарный ландшафт являлся стационарной системой, устойчивость которой была связана с тем, что она непрерывно получала свободную энергию в количестве, компенсирующем ее снижение в системе, образующуюся при минерализации опада (169 млн кДж) и лесной подстилки (3,2 млн кДж).

Биогенный ландшафт – это саморазвивающаяся неравновесная, но стационарная (устойчивая) система. В ходе длительной эволюции живое вещество приспособилось к различным условиям среды и исключительно «чутко» реагирует на их изменения. Пожары разрушают энерго- и массоперенос в ландшафте, а вывоз древесины с горельника лишает его законсервированных в стволах химических элементов и потенциальной энергии, лишает экосистему ее основы – биологического круговорота веществ. Кроме того, в допожарном лесу было депонировано 164 т/га углерода. Часть его, аккумулированная в фотосинтетических биогеогоризонтах и лесной подстилке в результате пожара окислилась и произошел выброс 39 т/га двуокиси углерода в атмосферу. Учитывая выше изложенное, мы считаем, что лесовосстановление в данных условиях очень сложный процесс, требующий тщательных и многосторонних исследований.

Список литературы

1. Никищенко Н.Г. Природные и антропогенные факторы возникновения лесных пожаров в Воронежской области [Текст] /Овчинникова Т.В.// Вестник Воронежского государственного университета. 2007 - Т. 2

2. География Воронежской области [под ред. В.В. Подколзина]; [Текст] / Воронеж: Типография ВИПКРО, 1994. 111 с. 15.

УДК 504.75.05

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ В КОТЛАССКОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ефимкова Л.Н.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: liya.efimkova@mail.ru

Аннотация. На территории Архангельской области сконцентрирован ряд предприятий, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду. Экологическая обстановка формируется под влиянием выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сброса сточных вод в водоёмы предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности, теплоэнергетики и автотранспорта. В результате анализа данных были выявлены основные загрязняющие вещества: соединения железа, меди, цинка, органические вещества, фенолы, нефтепродукты.

Ключевые слова: водные объекты, Архангельская область, хозяйственная деятельность, загрязнение

Архангельская область характеризуется высокой заболоченностью и наличием обширных лесных массивов на водосборах большинства рек, следствием чего является специфический природный состав вод северных рек. На территории Архангельской области сконцентрирован ряд предприятий, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду. [1-4]

Основной промышленный потенциал сосредоточен в Архангельском и Котласском промышленных узлах, где проживает 83 % городского населения области. Котласский район является одним из динамично развивающихся районов Архангельской области, на его территории расположены крупные предприятия целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и пищевой промышленности, поэтому исследование техногенной нагрузки на водные объекты в Котласском районе особенно актуально.

Экологическая обстановка в данном районе формируется под влиянием выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сброса сточных вод в водоёмы предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности, теплоэнергетики и автотранспорта.

Оценка техногенной нагрузки на водные объекты в Котласском районе была проведена на основании анализа данных Информационного бюллетеня о состоянии водных объектов

Двинско-Печерского бассейного округа за 2015 год и по данным Доклада о «Состоянии и охране окружающей среды в Архангельской области» за 2014 год.

Основными водными артериями Котласского района являются реки Малая Северная Двина и Вычегда. В верховье реки Северная Двина загрязняющие вещества поступают со сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда. В период с 2010 по 2011 год качество воды оценивалось 3-м классом качества разрядом «б» («очень загрязненная» вода). По комплексным оценкам на 2015 г. качество воды во всех створах уже характеризуется 4-ым классом разряда «а» («грязная» вода).

Характерными загрязняющими веществами на данном участке реки являются соединения меди, железа, цинка, алюминия, марганца и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК).

В 2015 году была выявлена тенденция роста загрязненности воды соединениями марганца. Среднегодовое содержание данного металла увеличилось с 5 ПДК до 8 ПДК (в черте города Котлас содержание марганца составило 10 ПДК).

Среднегодовое содержание трудноокисляемых органических веществ в черте г. Котласа составило 3 ПДК. Среднегодовые концентрации меди и железа определились на уровне 2-3 ПДК, но в черте города концентрация возрастает в 2 раза, также были зарегистрированы наибольшие нарушения допустимых значений меди и железа в 12 и 8 раз соответственно.

Содержание соединений цинка в среднем за год изменялось в интервале от 1,5 - 4 ПДК, в черте города определено содержание алюминия на уровне 9,5 ПДК. Наибольшая загрязненность воды нефтепродуктами была зафиксирована в черте города Котлас и составила 5 ПДК.

В Котласском районе (включая г. Коряжка и г. Котлас) за 2014 год было зарегистрировано 20 природопользователей имеющих выпуски сточных вод в природные поверхностные водные объекты. По сравнению с 2012 годом количество сбрасываемых сточных вод увеличилось на 5 млн. $м^3$ и на 2014 год составило 158,2 млн. $м^3$.

Сброс сточных вод в области в 2014 году предприятиями целлюлозно-бумажного производства уменьшился на 12,78 млн. м3. Снижение сброса сточных вод произошло в целом за счет снижения сброса ОАО «Архангельский ЦБК», Филиал ОАО «Группа «ИЛИМ» в г. Коряжма. С 2012 года по 2014 год произошло увеличения сброса загрязненных сточных вод (без очистки) почти в 2 раза, это могло в значительной степени повлиять на изменение уровня загрязнения основных водных объектов на территории Котласского района.

В результате анализа статистических данных были выявлены основные загрязняющие вещества характерные для поверхностных вод данной территории. К ним относятся

соединения железа, меди, цинка, легко и трудноокисляемые органические вещества, в некоторых пунктах к ним добавлялись фенолы, нефтепродукты и соединения других металлов, на это повлияла возросшая антропогенная нагрузка и гидрометеорологические условия.

Библиографический список

1. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

2. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

3. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

4. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

УДК 5 57.574.574.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НАТУРАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ

Зайцева О.В.

Пущинский государственный естественно-научный институт, Пушино, РФ

e-mail: lutralutra1992@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты тестирования стимулятора роста растений на живых тест-объектах, почвенных беспозвоночных – червях Eisenia fetida, и гидробионтах Daphnia magna. Показано, что для данных объектов действующие концентрации значительно отличаются, при этом они значительно выше концентраций, рекомендуемых к использованию для обработки растений.

Ключевые слова: биотестирование, стимулятор роста, Eisenia fetida, Daphnia magna, острая токсичность, субхроническая токсичность

Объектом исследования были образцы инновационного стимулятора роста растений (РФУ - растительный фиторегулятор урожайности), которые представляют собой порошки, полученные лиофильной сушкой водного экстракта клеточного сока отходов картофеля после механохимической переработки и баромембранного разделения исходного растительного сырья на две фракции: концентрат - ретант ≥ 30 kDa , фильтрат - пермиат < 30 kDa.

Общий состав растительного фиторегулятора урожайности: белок, моно- и дисахариды (фруктоза, глюкоза, сахароза, мальтоза), свободные аминокислоты (гидроксипролин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, пролин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, тирозин), микро- и макроэлементы (калий, натрий, кальций, магний, фосфор, железо, марганец, цинк), оксикарбоновые кислоты (лимонная, яблочная).

Целью являлась оценка воздействия данных препаратов на живые организмы для оценки безопасности их применения.

Для биотестирования были выбраны: почвенные беспозвоночные – черви (*Eisenia fetida*), водные беспозвоночные – дафния магна (*Daphnia magna*).

Исследование состояло из нескольких частей.

Исследование острой токсичности препарата для дождевых червей.

Тестирование проводили по модификации методики международного стандарта ИСО 11268. По схеме опыта контрольным был субстрат, состоящий из: 80 г суглинок, 20 г

каолинит, 350 г песок, 50 г торф по сухому весу. В такие же субстраты вносили РФУ в субстрат в виде растворов, обеспечивающих концентрацию препаратов) 0,1 г/кг, 0,5 г/кг. По результатам опыта проведено тестирование промежуточных концентраций.

Исследование показало, что дозы концентрата и фильтрата 0,1 г/кг субстрата являются для червей безопасной.

Оценка токсичности для дафний.

Тестирование проводили на культуре планктонных ракообразных-фильтраторов Daphnia magna. Культура получена в НИЦ «Токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов» в 1999 году, и культивируется в лабораторных условиях в лаборатории функциональной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН (г.Пущино) для биотестирования.

Острый опыт. В сосуд наливали по 100 мл контрольной и тестируемой воды. Повторность трехкратная. В каждый сосуд помещали по 10 односуточных дафний и экспонировали при оптимальных условиях в течение 96 часов. При кратковременном биотестировании дафний не кормят, учет выживаемости проводится через 1, 6, 24, 48, 72 и 96 часов. Если в любой учитываемый период времени гибнет 50 и более процентов дафний, биотестирование прекращается. pH в начале эксперимента концентрат 1000 мг/кг – 6,84; фильтрат 1000 мг/кг – 6,89.

Оценка субхронической токсичности. Объем пробы воды или водной вытяжки для биотестирования без разбавления – 1 литр. В сосуды наливают по 300 мл контрольной и тестируемой водной вытяжки. Повторность трехкратная. В каждый сосуд вносят одинаковое количество корма, помещают по 10 дафний (самок). Дафний кормили ежесуточно.

Три раза в неделю в сосудах с дафниями проводили смену контрольной и тестируемого раствора на свежеприготовленную. При смене воды дафний кормили за 3 часа до смены. С момента появления молоди в те сутки, когда меняют воду, производят учет выживших исходных самок и выметанной молоди. Для этого самок с помощью стеклянной трубки пересаживают в заранее подготовленные сосуды с контрольной и тестируемой водой и подсчитывают их количество в каждом сосуде. Оставшуюся воду процеживают через сито из планктонного газа. При этом на сите остается выметанная молодь, которую подсчитывают и удаляют.

Оценка острой и субхронической токсичности препарата для дафний показала, что концентрация в остром опыте, при которой все дафнии выжили (100 % выживаемость) – 10 мг/л. При концентрациях выше появляется разброс данных, при 50 мг/л и 100 мг в растворах фиксируется 100% гибель через 72 часа, кроме раствора фильтрата с

концентрацией 100 мг/л, когда гибель зафиксирована через 48 часов. При концентрации 500 мг/л обоих препаратов 100% гибель наступает в течение 6 часов.

В хроническом опыте с дафниями определено, что растворы фильтрата и концентрата в концентрациях 10 мг/л приводят к увеличению гибели взрослых дафний по сравнению с контролем со временем (56 суток). Достоверное отличие (то есть наличие токсического действия среды на дафнии) наблюдается только в варианте фильтрата в концентрации 10 мг/л. В этих же концентрациях получена максимальная плодовитость, выше, чем в контроле и в концентрациях 1 мг/л. При этом в концентрациях 1 мг/л, то есть (10^{-3}) выживаемость взрослых дафний была равной контролю. Объяснением такого результата могут быть свойства растворов, а именно их нестойкость во времени. После перемещения дафний в свежий раствор (по методике каждые трое суток) они испытывают максимальное воздействие, что приводит со временем к гибели наименее устойчивых особей. Далее происходит потеря активности растворов, учитывая малые концентрации и внесение корма. Так как данные растворы не оказывают негативного воздействия на почвенные микроорганизмы (больше стимулирующее), следует предположить, что они не оказывают выраженного негативного влияния на микроводоросли, используемые для корма. Таким образом, в условиях регулярного обновления растворов на свежеприготовленный, при концентрациях 10 мг/л происходит гибель наиболее уязвимых особей.

Также определено, что препараты в растворенном виде разлагаются, снижая свою активность примерно в 2 раза за 30 календарных дней при хранении при +4 ^{0}C. Концентрат вероятно содержит примеси, которых больше или их нет в фильтрате, в результате чего воздействие фильтрата на рыб немного сильнее, что особенно хорошо заметно при определении летальных концентраций.

Таким образом, действие препаратов на тест-объекты проявляются по разному, общей безопасной концентрации нет, на рыбах (мальки гуппи) для острого опыта 20-30 мг/л, для червей от 100 мг/кг. Для дафний абсолютно безопасны концентрации 10^{-3}.

Рекомендуемые производителем концентрации для использования препаратов 10^{-3} – 10^{-9}, что значительно меньше концентраций, оказавших негативное воздействие на тест-объекты в опытах. Также препараты не оказывают влияния на почвенные микроорганизмы, незначительно стимулируя их.

После разведения препараты со временем теряют свои свойства, то есть не являются стойкими, поэтому данные образцы препаратов - ретант $\geq$ 30 kDa (образец №1) и пермиат $<$ 30 kDa (образец №4), при их использовании не могут оказывать негативного воздействия на окружающую среду в рекомендуемых концентрациях.

Список литературы

1. Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных черве (ИСО 11268) / Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. – М.: Издательство «Протектор», 2001. 304 с.

2. Методика биотестирования загрязнителей почвы. НИЦ ТБП, 1996. 10 с.

3. Москалев А.А., Новаковский А.Б. Статистические методы в экологии с использованием R, Statistica, Excel и SPSS: учебное пособие. Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2014. – 197с.

4. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на Daphnia magna Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. - 2000. - Т. 36, № 5. - С. 50-70.

УДК 504.75.05

КАНЦЕРОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Захарова А.С.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: n.zakharova.00@mail.ru

Аннотация. Наиболее значимым фактором канцерогенного риска является профессиональная патология. Большое значение при выявлении и учете канцерогенных факторов имеет санитарно-гигиеническая паспортизация предприятия. Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций (предприятий) – система мероприятий по выявлению и учету организаций и их структурных подразделений, а также технологических процессов, где работники могут подвергаться воздействию канцерогенных факторов.

Ключевые слова: Канцерогены, патологии, санитарно-гигиеническая паспортизация, загрязнение, техногенные процессы.

В Российской Федерации в 2015 г. впервые в жизни выявлено 589 341 случай злокачественных новообразований (в том числе 270 046 и 319 335 у пациентов мужского и женского пола соответственно). Прирост данного показателя по сравнению с 2014 г. составил 4,0%. Показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100 000 населения России составил порядка 403,4, что на 4,0% выше уровня 2014 г. и на 22,1% выше уровня 2005 г. [1]. Наиболее значимым фактором канцерогенного риска является профессиональная патология. Большое значение при выявлении и учете канцерогенных факторов имеет санитарно-гигиеническая паспортизация предприятия.

Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций (предприятий) – система мероприятий по выявлению и учету организаций и их структурных подразделений, а также технологических процессов, где работники могут подвергаться воздействию канцерогенных факторов [2-6].

Цель данного исследования – провести санитарно-гигиеническую паспортизацию предприятий СПК (колхоз) «Майский» и ООО СХП «Устюгмолоко», занимающихся сельским хозяйством, и проанализировать полученные результаты.

В результате проведения паспортизации были выявлены технические процессы, которые являются канцерогенными факторами, а также канцерогенные вещества, выделяющиеся при данных процессах (таблица 1).

Таблица 1 - Канцерогенные факторы.

Технические процессы	Канцерогенные вещества
СПК (колхоз) «Майский»	
Сжигание дров	бенз(а)пирен
	сажа черная
Сжигание угля	бенз(а)пирен
	сажа черная
	кремния диоксида кристаллического (кремнезема) пыль в форме кварца и кристобалита
Замена аккумуляторов	свинца соединения неорганические
Техническое обслуживание и ремонт автомобилей	минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел
Технологическая замена масел в системах автотранспорта	
Текущее обслуживание масляных и топливных систем автотранспорта	
Распиловка древесины	древесная пыль
Сельскохозяйственные работы	сажа черная
	отработавшие газы дизельных двигателей (бенз(а)пирен)
Грузоперевозки	сажа черная
	отработавшие газы дизельных двигателей (бенз(а)пирен)
ООО СХП «Устюгмолоко»	
Сжигание природного газа	бенз(а)пирен
Сжигание дров	бенз(а)пирен
	сажа черная
Сварочные работы	кремния диоксида кристаллического (кремнезема) пыль в форме кварца и кристобалита
Замена аккумуляторов	свинца соединения неорганические
Распиловка древесины	древесная пыль
Грузоперевозки	сажа черная
	отработавшие газы дизельных двигателей (бенз(а)пирен)
Сельскохозяйственные работы	сажа черная
	отработавшие газы дизельных двигателей (бенз(а)пирен)

Были выявлены должности (профессии), контактирующие с канцерогенными веществами в процессе осуществления своих должностных обязанностей, а, следовательно, подвержены большему риску возникновения заболеваний с онкологическим патологиями. Таким образом, канцерогенноопасными признаны отдельные цеха предприятий и рабочие места. В целом, оба предприятия не является канцерогенноопасными.

В результате анализа полученных данных можно сказать следующее, канцерогенные факторы присутствуют практически на любом предприятии, даже не имеющего

канцерогенноопасного производства. Поэтому следует вести систематический контроль за концентрацией канцерогенов в воздухе рабочей зоны, с целью сохранения здоровья работников и предотвращения загрязнения окружающей среды канцерогенами.

Библиографический список:

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2015 году / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой – М: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России, 2016. – 236 с.

2. МУ 2.2.9.2493-09. 2.2.9. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных. Методические указания [Электронный ресурс]: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 26.03.2009: введ. 20.06.2009 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

3. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

4. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

5. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

6. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

УДК 579.63

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ОБЩИХ КОЛИФОРМНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РЕКИ ЛИСТВЯНКА (РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Зацаринная Е.А., Круглова А.П., Ефремова Е.С., Калчугина В.Д., Трунякова А.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», Рязань, РФ

e-mail: microbiog@mail.ru

В статье представлены результаты исследования распространенности и антибиотикорезистености общих колиформных бактерий реки Листвянки на различных участках (Рязанская область). Показано, численность колиформ на обследованных участках достаточна высока. В районе выпуска очищенных сточных вод происходит увеличение доли микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью.

Ключевые слова: поверхностные водоемы, общие колиформные бактерии, антибиотикорезистентность, сточные воды

На территории Рязанской области большая часть загрязняющих веществ (> 70%) поступает в бассейн Оки через реку Листвянка. Эта река является приемником коммунально-бытовых и промышленных сточных вод г. Рязани, которые и формируют ее качественный состав после прохождения городских очистных сооружений [1].

Известно, что коммунально-бытовые сточные воды (даже нормативно очищенные) способствуют быстрому распространению антибиотикорезистентности среди [2]. Исследованиями, выполненными в 2011 г., было показано, что именно в этой реке обнаружены общие колиформные бактерии (ОКБ) с самым высоким уровнем антибиотикорезистенстности и множественной лекарственной устойчивости среди обследованных водных объектов города Рязани[3].

С целью оценки влияния сточных вод на распространение устойчивости к антимикробным препаратам (АМП) среди ОКБ в июне 2016 г. были отобраны пробы воды из трех створов на реке Листвянка: 1- до очистных сооружений, 2 – «отстойный» пруд очистных сооружений, представляющий собой расширение русла самой реки, 3 – 500 м после этого пруда. Выделение колиформных бактерий проводили общепринятым методом мембранной фильтрации. Мембранные фильтры помещались на поверхность среды Эндо. Из проб каждого створа выделено по 25 изолятов ОКБ. Определение устойчивости колиформ

проводили диско-диффузным методом [4] в отношении 17 АМП, относящихся к семи различным классам.

Распространенность общих колиформных бактерий на различных участках р. Листвянка представлена в таблице 1. Во всех отобранных пробах были обнаружены колиформы, причем их численность была относительна высока (порядка нескольких тысяч КОЕ на 100 мл). Однако, зная, что река является коллектором всех сточных вод, эти показатели не столь значительны. Так, в водах р. Лена, которая используется в качестве водоисточника, среднегодовые показатели ОКБ на отдельных участках доходили 40 000 КОЕ/100 мл [5].

Таблица 1. Распространенность и антибиотикорезистеность колиформных бактерий р. Листвянка

Створ	ОКБ, КОЕ/100 мл	No. (%) устойчивых к 1 и более АМП	No. (%) изолятов с множественной лекарственной устойчивостью	No. (%) изолятов с экстремальной резистентностью
1 – до очистных сооружений	3514±355,8	25 (100)	11 (44)	
2– «отстойный» пруд	4207±297,6	25 (100)	17 (68)	1 (4)
3 – 500 м ниже прудов	27000±3133,4	23 (92%)	12 (48)	

Все изоляты ОКБ (100%), выделенные на первом и втором створе, оказались устойчивы или умеренно устойчивы к одному и более антибиотику (табл. 1). Среди культур, выделенных на третьем створе, 2 изолята (8%) оказались чувствительны ко всем АМП. Рассматривая количественные показатели антибиотикорезистентсности, оказалось, что до очистных сооружений и после них культуры с множественной лекарственной устойчивостью (нечувствительные к препаратам (≥1) трех классов антибиотиков) [6] встречались практически с одинаковой частотой (11 (44%) и 12 (48%) соответственно), тогда как в «отстойном» пруду таких культур было 17 (68%). Кроме того, среди колиформ этого участка реки обнаружен один изолят (4%) с экстремальной резистентсностью (нечувствительность к препаратам (≥1) всех за исключением 1-2 классов АМП) [6]. Данный изолят был устойчив в отношении 11 антибиотиков. Сопоставление результатов исследований с данными 2011 г. (пробы воды р. Листвянка были отобраны только на третьем створе) [3] показывает, что за прошедшие пять лет количество культур с множественной лекарственной устойчивостью (полирезистенностью) осталось практически на том же уровне (2011 г. – 45%, 2016 г. – 48% створ 3 и 53% суммарно по всем створам).

Выделенные изоляты на всех трех створах проявляли высокую резистентсность в отношении β-лактамных антибиотиков (как цефалоспоринов, так и пенициллинов), что

косвенно свидетельствует о широком распространении бета-лактамаз среди микроорганизмов данной группы (табл.2). Так же, для большинства культур характерна нечувствительность к амикацину, канамицину, в то время как только в водах третьего створа 72% изолятов оказались нечувствительны к гентамицину. Более 60% колиформ на 1 и 2 створе устойчивы к действию фурадонина. Наиболее чувствительны культуры оказались к тетрациклину (всего 12%, 20% и 12% соответственно на 1,2 и 3 створе), а также ципрофлоксацину. К полимиксину резистентных культур обнаружено не было: нечувствительность оказалась только за счет умеренных резистентов. В целом, анализируя содержание таблицы 2 , изоляты на втором створе оказались более устойчивы к отдельным АМП, чем до и после очистных сооружений.

Таблица 2. Встречаемость нечувствительных (R+I, %) изолятов ОКБ, выделенных на отдельных участках р. Листвянка, к отдельным антимикробным препаратам.

	Створ		
	1	2	3
Цефазолин	36	72	28
Цефалексин	64	96	12
Цефтриаксон	72	56	64
Цефтазидим	48	60	20
Цефуроксим	64	48	28
Амикацин	32	88	60
Канамицин	92	72	56
Гентамицин	16	48	72
Торбамицин	16	36	28
стрептомицин	40	12	36
Ампициллин	92	80	96
карбенициллин	68	72	60
Фурадонин	64	60	36
Тетрациклин	12	20	12
Офлоксацин	16	56	4
ципрофлоксацин	12	8	8
Полимиксин	4	68	48

Таким образом, проведенные исследования позволили охарактеризовать распространенность и устойчивость к антибиотикам общих колиформных бактерий р. Листвянка; показать, что в районе выпуска очищенных сточных вод происходят существенные качественные изменения микробиоценозов водных экосистем, повышается доля резистентных культур. И поскольку р. Листвянка несет свои воды в Оку, то можно говорить о росте потенциальной эпидемиологической опасности окских вод после впадения Листвянки.

Работа поддержана грантом РФФИ (16-44-620157).

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Рязанской области в 2003 году. Рязань.2004. 396 с.

2. Abera A., Bahiru ESA, Ayele LZ. The prevalence of antibiotic resistant Escherichia coli isolates from fecal and water sources. Acad J Microbiol Res. 2013. 1(1). P. 001-010.

3. Зацаринная Е.А. Оценка состояния водных объектов Рязанской области на основе анализа распределения и антибиотикорезистентности общих колиформных бактерий. Естественные и технические науки. 2014. №1 (69). С. 60-64.

4. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 91 с.

5. Анганова Е.В., Протодьяконов А.П. Оценка качества вод реки Лены по санитарно-бактериологическим показателям.

6. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. Clin Microbiol Infect. 2012. 18. P. 268–81

УДК:581.522.4.056

ОТКЛИК ЦЕЛОСТНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА

Зеленская Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

e-mail: zelen_1@rambler.ru

Получен отклик изолированной степной экосистемы на потепление климата. Показано, что расположенная на северо-западном пределе ареала изолированная лугово-степная экосистема Долы (Приокско-Террасный заповедник, Московская обл.) за 30 лет глобального потепления приблизилась по ряду функциональных характеристик к эталону луговых степей.

Ключевые слова: изменение климата, функционирование экосистем, луговые степи, Приокско-Террасный заповедник.

Актуальность. Одним из ключевых факторов функционирования экосистем последних десятилетий стало глобальное потепление. Период с 1983 по 2012 годы стал самым теплым не только за историю инструментальных метеонаблюдений, но и за 1400-летний период истории Земли [1]. Наиболее выраженные признаки потепления наблюдаются на территории Европейской России, они вдвое превышают темпы глобального. По сценариям различных климатических моделей, почти на всей территории Европейской части России (ЕЧР) засушливость климата будет только усиливаться [2].

Мониторинг растительности в Приокско-Террасном биосферном заповеднике (ПТБЗ, Московская обл.) дал возможность зафиксировать отклик целостной экосистемы на подобные значительные изменения климатических факторов. В данном случае экосистема степи, обитающая на северо-западном пределе ареала, попав в теплый климатический тренд, приблизилась условиям внешней среды, которые являются нормой для степей. Это дало возможность сравнить ее основные функциональные параметры до и в период потепления с параметрами эталонной лугово-степной экосистемы.

Цель исследований – оценить направленность и темпы изменения в функционировании северного эксклава степи в условиях выраженного потепления климата.

Объект и методы исследования. Степная экосистема на территории ПТБЗ представляет собой изолированный фрагмент луговых степей, основной ареал которых расположен полосой от 400 до 700 км южнее. Эталонной для северных степей принято считать лугово-

степную экосистему Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ) в Курской области. В ПТБЗ степные участки локализованы в урочище Долы, на нижних надпойменных террасах р. Оки, в пределах чужеродной (лесной) ботанико-географической зоны.

Мониторинг ведется по общепринятой методике [3] на участках разной увлажненности, расположенных по доминированию более или менее ксерофильных злаков: *Stipa pennata – разнотравье*, *Festuca valesiaca – разнотравье*, *Phleum phleoides – (Festuca valesiaca) – разнотравье*. Проективное покрытие (ПП) видов на постоянных площадках измеряли методом Раменского [5]. Сопутствующие метеорологические наблюдения выполнены Станцией комплексного фонового мониторинга (СКФМ) заповедника. Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Microsoft Office Excel.

Обсуждение результатов. Степная растительность Долов в значительной степени находится под влиянием атмосферных осадков и редких разливов Оки, затапливающих отдельные степные участки. Тренд глобального потепления климата проявился в заповеднике в повышении среднегодовой температуры воздуха приблизительно на 2 градуса. Последствиями потепления стал сдвиг сроков вегетации на более ранние сроки и увеличение вегетационного сезона в целом. Период исследований (1998 по 2011 гг.) характеризуется значительным падением уровня Оки – на 2,5 м. Зафиксировано также снижение уровня грунтовых вод. Однако грунтовые воды залегают слишком глубоко и не могут оказать существенного влияния на травянистую растительность Долов. А вот падение уровня Оки привело к усилению аридизации местообитаний степняков в ранневесенний период.

Несмотря на аридизацию биотопа лугово-степных сообществ, в период потепления ежегодная продукция степных сообществ не только не уменьшилась, но существенно увеличилась. Сравнение параметров лугово-степной экосистемы Долов в холодном (1975-1985) и теплом (1998-2008) солнечных циклах выявило увеличение ежегодной надземной продукции экосистемы – на 30%, по сравнению со среднемноголетними значениями, и на 40%, по сравнению со значениями контрольного цикла. В абсолютном выражении средняя годовая надземная продукция в Долах в теплом цикле достигла величины, характерной для эталонной лугово-степной экосистемы ЦЧЗ (330 г/м^2/год или 18 т/га/год). Минимальная продукция зафиксирована в экстремальные сезоны, сопровождаемые продолжительной засухой. В холодном цикле экстремальными стали 1979 и 1981 год, а в теплом – 1999, 2007, 2010 и 2011 годы. Однако в теплом цикле надземная фитомасса даже в экстремальные сезоны оказалась почти вдвое большей, чем в холодном цикле. Если потери продукции экстремальных сезонов контрольного холодного цикла достигали 70%, то в подобные сезоны теплого цикла – всего 30-35% от среднемноголетних значений надземной продукции.

При значительном увеличении надземной продукции при потеплении важно оценить степень участия злаков в ее производстве, чтобы подтвердить, что продуктивность повысилась именно в степной экосистеме. Отнесение травянистой растительности к «остепненным лугам» или «луговым степям» основано на соотношении доминантных злаков и сопутствующего разнотравья. Сообщества с доминированием плотнодерновинных ксерофильных и мезоксерофильных злаков (*Stipa pennata, Koeleria cristata, Festuca valesiaca*), с примесью степных осок и мезофильного и ксеромезофильного разнотравья *(Galium verum, Filipendula vulgaris, Salvia pratensis, Leucanthemum vulgare),* относят к луговым степям. А сообщества с преобладанием мезоксерофильных злаков корневищного типа (*Poa angustifolia, Calamagrostia epigeios),* даже в комплексе с тем же составом разнотравья, относят к остепненным лугам. Особенно важно наличие и долевое участие в травостое ковылей – в общем проективном покрытии луговой степи ковыли должны занимать от 5% до 50% [4].

Проективное покрытие (пп) злаков, измеренное методом Раменского на всех стационарах, составляет в Долах в среднем 17% (на долю ковыля приходится в среднем 8%, на долю типчака – более 5%). За последние пять-семь лет в ксерофитных сообществах проективное покрытие злаков почти не изменилось, а в наиболее мезофитном сообществе – увеличилось более чем в 1,5 раза. В период потепления на всех степных стационарах Долов стали доминировать плотнодерновинные ксерофильные злаки – типчак (*Festuca valesiaca) и ковыль (Stipa pennata)*. В общем покрытии всех злаков в травостое доля этих двух доминантных злаков составляет теперь не менее 75%. Даже в наиболее мезофитном сообществе в последние годы наблюдается отчетливая тенденция перехода от доминирования рыхлокустовой тимофеевки (*Phleum phleoides*) к доминированию плотнодерновинного типчака (*Festuca valesiaca*). Проективное покрытие ковыля и типчака увеличилось здесь вдвое (рис.). Это хорошо согласуется с трендом потепления и аридизацией местообитания. Наблюдения показывают, что разрастание тимофеевки степной характерно для более влажных сезонов, особенно при застаивании талых вод. После 1999 года заход талых вод на стационар не отмечен. Жаркие и засушливые сезоны последних лет закономерно привели к смене доминанта – в течении 5-7 лет тимофеевка сменилась типчаком, к которому интенсивно примешивается ковыль.

Интересно, что состав ксерофитных ассоциаций при потеплении климата почти не изменился. Только более мезофильная ранее ассоциация Phleum phleoides – (Festuca valesiaca) – разнотравье проявила при потеплении явно выраженный ксерофитный состав.

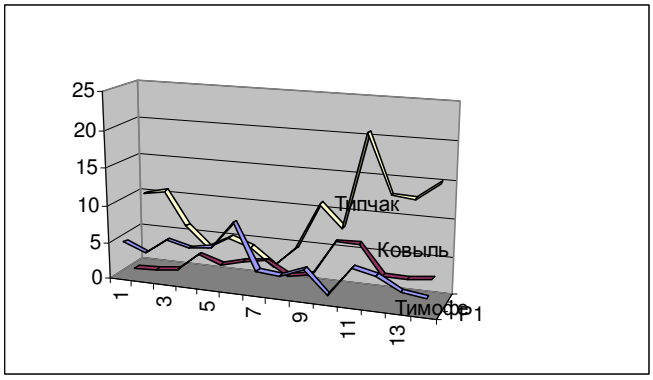


Рис. Динамика проективного покрытия злаков в степной экосистеме Долы при потеплении климата. По оси абсцисс – годы наблюдений, по оси ординат – общее проективное покрытие вида, %.

Заключение. Лугово-степная экосистема Долы, находясь на северо-западной границе распространения луговых степей, служит прекрасной природной моделью, демонстрирующей отклик целостной экосистемы на изменение климата. Период потепления последних двух десятилетий, совпавший с глобальным трендом, позволил зафиксировать признаки аридизации местообитаний исследуемой экосистемы и изменение основных функциональных параметров. Потепление климата проявилось в сближении гидротермического фона на различных стационарах, и, как следствие, в сближении видового состава мезо- и ксеромезофитного фитоценозов, с восстановлением доминирования типчака на ранее мезофитном стационаре.

Потепление климата приблизило изолированную экосистему Долы к эталонной лугово-степной экосистеме (Курская обл.) по ряду важнейших характеристик, в том числе по продуктивности и структуре доминантов.

Литература

1. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. – М., Росгидромет, 2014. 61 с.

2. *Данилов В.И.* О некоторых вопросах погодичной динамики степных фитоценозов \\ Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. 1981. Т. 86. вып. 5. С.106 – 120.

3. *Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Черенкова Е.А.* Динамика засух в Европейской России в ситуации глобального потепления // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, СПб., Гидрометеоиздат, 2007, Т. 21. С. 160-161.

4. *Лавренко Е.*М. Европейские луговые степи и остепненные луга // Растительность европейской части СССР. Л., 1980. С. 220–231.

5. *Раменский Л.Г.* Техника проективного учета // В кн.: Избранные работы (проблемы и методы изучения растительного покрова). Л.: Наука, 1971. С. 81–90.

УДК 658.567.1

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МАСЛЯНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Злобина Е.С., Папин А.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

e-mail: Zlobina94@mail.ru

Аннотация. В результате работы угольных предприятий образуется большое количество отходов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. При правильном подходе можно добиться рационального использования природных ресурсов, сведя к минимуму образование отходов. Метод масляной агломерации позволит перерабатывать тонкодисперсные угольные отходы на в углемасляный концентрат, пригодный для энергетики и коксования.

Ключевые слова: *угольные шламы, масляная агломерация, углемасляный концентрат, переработка, мобильная установка.*

Ввиду стабильного спроса на твёрдые горючие ископаемы, в частности, уголь, добыча их ведётся непрерывно. Наиболее доступные, плодородные, неглубоко залегающие угольные пласты уже изъяты из недр земли. Добываемая сегодня продукция требует тщательного обогащения, ввиду низкой зрелости углей, засорённость минеральными примесями. В процессах добычи, транспортировки и обогащения угля образуется значительное количество углеродсодержащих и минеральных отходов. Зачастую, они не находят применения в дальнейшем, хотя могут стать отличной основой для композиционных видов топлив.

В литературе описаны различные способы переработки и обогащения тонкодисперсных угольных отходов: брикетирование, приготовление жидкого топлива, обогащение с помощью гидроциклонов, флотацией, по метод масляной агломерации и др.[1].

Объектом исследований явились тонкодисперсные угольные шламы, внешне напоминающие порошок серо-черного цвета, не жирный на ощупь. Частики шлама имеют размер до 1 мм и обладают высокой зольность (от 30 до 80 % мас.). Целью эксперимента являлось определение эффективности метода масляной агломерации для обогащения тонкодисперсных угольных частиц. Для исследования физико-химических свойств исходного сырья был проведён технический анализ углемасляного концентрата и угольной пыли согласно: влага аналитическая ГОСТ 11014-2001[3], зольность ГОСТ 11022-95[4],

выход летучих веществ ГОСТ 6382-2001[5], теплота сгорания ГОСТ 147-95 [6], общая сера ГОСТ 2059-95 [7] (табл.1).

Таблица 1

Исходные образцы

Наименование	A^d, мас. %	W^a, мас. %	V_t^{daf}, мас. %	S^d_t, % мас.	Q_s^r, ккал/кг
Угольная пыль	16,66	1,74	3,5	0,44	7350-7500
Угольный шлам	45,6	1,2	24,1	0,55	6250-6500

Далее было проведено обогащение образцов по методу масляной агломерации [2] и технический анализ полученных углемасляных концентратов (табл. 2).

Таблица 2

Полученные концентраты

Наименование	A^d, мас. %	W^a, мас. %	V_t^{daf}, мас. %	S^d_t, % мас.	Q_s^r, ккал/кг
Концентрат 1 (угольная пыль)	4,5	4,5	1,5	0,3	7550-7700
Концентрат 2 (угольный шлам)	5,8	2,0	24,4	0,3	6550-6750

Из данных, полученных в ходе эксперимента, следует, что метод масляной агломерации приемлем и эффективен для обогащения тонкодисперсных угольных отходов. В процессе обогащения снижается зольность сырья, незначительно снижается сернистость, теплотворная способность изменяется незначительно. Выход концентрата составил 80-85 % от массы обогащаемого сырья.

Углемасляный концентрат может использоваться в коксохимической промышленности (в качестве добавки к шихте для коксования), энергетической промышленности (как высококалорийное топливо), а так же как основа для получения жидкого и брикетированного композиционного топлива.

Если воздействовать на углемасляный концентрат давлением, то получатся топливные брикеты. Был проведён эксперимент по брикетированию концентрата. Сначала выдержали концентрат под давлением 5-8 атм в течение 5-10 минут, затем увеличили давление до 15 атм и выдержали ещё 5 минут. Брикеты получились непрочными, крошились, легко ломались руками. Для увеличения прочности к концентрату было добавлено связующее – карбамид-в количестве 8 % от массы концентрата. Характеристики полученного топливного брикета приведены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика топливных брикетов

Наименование образца	Физические испытания			Топливные характеристики		
	сжатие, кг/см^2	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	сбрасывание, % содержание кусков размером >25 мм	A^d, % мас.	Q_s^r, ккал/кг	S^d_t, % мас.
Топливный брикет	60-90	90-96	90-96	8,0-9,0	6900-7650	0,2-0,3

Результаты проверки брикета на прочность показали, что он устойчив к разрушению в результате сбрасывания его с высоты, к истиранию верхнего слоя частиц, может выдержать нагрузку 60-90 кг/см^2 площади брикета, после чего начнёт разрушаться.

Описанная технология переработки угольных шламов методом масляной агломерации с последующим использованием концентрата в качестве основы для брикетированного топлива позволит исключить проблему накопления отходов, позволит вовлечь в производственный процесс неликвидную продукцию, снизить потери денежных средств, вложенных в добычу и переработку угля, а также появиться на рынке новой конкурентоспособной продукции.

Исследования поддержаны грантом программы У.М.Н.И.К.-2014. Договор № 3821ГУ1/2014 от 30.10.2014. Исследования выполнены в рамках государственного задания № 10.782.2014/К.

Литература

1. Злобина Е.С. Экологические и технологические аспекты утилизации твердых углеводородных отходов / Е.С. Злобина, А.В. Папин, Игнатова // Вестник КузГТУ. - 2015. - №3. - С. 92-101.

2. Пат. РФ № 2494817 Россия Способ обогащения угольного шлама и угля / А. В. Папин, В. С. Солодов, А. Ю. Игнатова и др. // КузГТУ. Заяв. 20.03.2012, опубл. 10.10.2013.

3. ГОСТ 11014-2001 Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. – М . : Изд-во стандартов, 2001.

4. ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. – М . : Изд-во стандартов, 1995.

5. ГОСТ 6382-2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. – М . : Изд-во стандартов, 2001.

6. ГОСТ 147-95 Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. – М. : Изд-во стандартов, 1995.

7. ГОСТ 2059-95 Топливо твердое минеральное. Метод определения общей серы сжиганием при высокой температуре. – М. : Изд-во стандартов, 1995.

УДК 631.4

ПОЧВЫ МЕГАПОЛИСОВ КАК ИНДИКАТОР ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Зубкова Т.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, РФ

e-mail: dusy.taz@mail.ru

Аннотация. Городские почвы богаты органическим веществом, общим азотом, калием, фосфором, слабощелочной реакцией среды и пониженным ОВП. Применение солевых смесей зимой в качестве противогололедных средств приводит к засолению почвы весной. Это вызывает стресс у растений, включая их гибель. В почвах гумидной зоны для оценки загрязнения целесообразно исследовать всю метровую толщу почвы, а в аридной зоне - 30-50 см слой. Корреляционные соотношения техногенных тяжелых металлов в почвах города можно использовать как индикаторы источников загрязнения. В городских почвах возрастает абиотическая каталитическая активность, обусловленная тяжелыми металлами.

Ключевые слова: городские экосистемы, городские почвы, загрязнение почв, химические и физические свойства городских почв, каталитическая активность.

Экосистемы города. Высокая численность и плотность населения мегаполисов позволяют считать город специфической экологической средой, для исследования которой требуются новые методологические подходы и интерпретация результатов. В городе выделяется несколько функциональных зон: здания разного назначения (учебные учреждения, офисы, фабрики, заводы, жилые помещения и др.); дороги, улицы, площади; газоны, группы деревьев вдоль дорог; детские площадки; парки и бульвары с искусственным ландшафтом, футбольные и гольф поля, кладбища; лесопарки; участки с особой искусственной биосферой (зоопарки, ботанические сады, оранжереи). К специфическим городским зонам относятся и подземные коммуникации (электро- и теплосети, канализации и пр.); водные объекты (пруды, малые и большие реки, родники); сеть воздушных линий электропередач; свалки мусора. Особая экологическая сфера – киберпространство.

Особенности почвенного покрова в городе сводятся к следующему. Городские почвы богаты органическим веществом, общим азотом, калием, фосфором. Пониженная кислотность (pH 6,0-8,5 по сравнению с фоном pH 4,0-7,0) и пониженный ОВП (100-400 mv по сравнению с фоном 250-450 mv) создают благоприятные условия для микробных

сообществ, включая и патогенные. Применение зимой солевых смесей в качестве противогололедных средств приводит к антропогенному «засолению» почвы весной при таянии снега. Это вызывает стресс у растений: замедляется поступление питательных элементов. А в 1997-1998 годы засоление вызвало массовую гибель деревьев в Москве. Почвы мегаполисов характеризуются высокой пестротой почвенного покрова, которая связана с разными экосистемами. Характерно включение строительного материала, перемешивание почвенной массы с выходом на поверхность нижних глинистых горизонтов и горной породы.

Методологические подходы. Для исследования специфической экологической среды мегаполисов требуются и новые методологические подходы. Унифицировать методы исследования почв для городов всей России нецелесообразно, поскольку зональность и азональность вносят свои коррективы. Например, в степной и пустынной зонах наблюдается аккумуляция загрязняющих веществ, главным образом, в верхнем корнеобитаемом слое. А в лесной зоне происходит вынос не только в нижние горизонты, но и за пределы почвенного профиля. Поэтому в почвах гумидной зоны с промывным водным режимом целесообразно исследовать всю метровую толщу почвы, а в аридной зоне вполне информативным могут оказаться и 20-50 см слой.

Существует иерархия свойств в оценке экологического состояния почвы в соответствии с экосистемами города. Так, для детских площадок один из самых главных показателей - кислотность почвы (pH), микробиологическая активность и санитарное состояние. Этот же самый показатель не так важен для почв газонов, лесопарков и ботанических садов. Для почв на территории подземных коммуникаций главными характеристиками являются температурный и водный режимы.

Составление карты загрязнения почв не всегда является главным итогом в оценке загрязнения городской среды. Слишком велико антропогенное влияние на динамику почвенных свойств, и сами работы дорогостоящие. Актуальна проблема выявления источника загрязнения по свойствам почвы. Разработка ее необходима уже в скором будущем, когда в норму войдет обязательное возмещение ущерба за загрязнение. Корреляционные соотношения техногенных тяжелых металлов в почвах города можно использовать для установления источника загрязнения.

Показатели ОДК и ПДК в городских почвах могут быть изменены в сторону их увеличения, поскольку растительная продукция не идет в пищу и соответственно не представляет опасность для человека. А деревья и травы, как показали многочисленные эксперименты, могут прекрасно развиваться на почвах с высоким содержанием тяжелых металлов.

Накопление в почвах города тяжелых металлов и их соединение с органическим веществом может повышать абиотическую каталитическую активность почвы и изменять поведение микробных сообществ.

Выводы. Городские почвы богаты органическим веществом, общим азотом, калием, фосфором, характеризуются пониженной кислотностью (pH 6-8,5) и окислительно-восстановительным потенциалом (100-400 mv). Применение зимой солевых смесей в качестве противогололедных средств приводит к засолению почвы весной, что вызывает стресс у растений, включая их гибель. В почвах гумидной зоны целесообразно исследовать всю метровую толщу почвы, а в аридной зоне - 20-50 см слой. Корреляционные соотношения техногенных тяжелых металлов в почвах города можно использовать как индикаторы источников загрязнения. В городских почвах возрастает абиотическая каталитическая активность, обусловленная повышенным содержанием тяжелых металлов. Однако пока это малоизученная область почвоведения.

УДК 504.062.2

МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЙ НЕФТЕСОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Квашевая Е.А., Козлова И.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

e-mail: rector@kuzstu.ru

Аннотация. В данной статье представлен способ переработки сельскохозяйственных отходов – использование их в качестве исходного сырья для производства гидрофобизированного магнитоуправляемого нефтесорбента, для очистки водных поверхностей от аварийных разливов нефти.

Ключевые слова: нефтесорбент, сельскохозяйственные отходы, животноводство, магнитоуправляемый.

Крупнейшей прошлогодней нефтяной аварией в Росприроднадзоре называют разлив «черного золота» в районе протоки Чеускина реки Обь под Нефтеюганском в Ханты-Мансийском автономном округе. 23 июня 2015 года произошел разлив нефти из-за отказа одного из нефтесборных трубопроводов Усть-Балыкского месторождения. Начавшийся в регионе паводок осложнял сбор эмульсии. За 24 часа из пробоине в нефтепроводе вылилось 204 кубометров нефти, площадь разлива превысила 10 га, а размер ущерба – 270 млн руб.

Российские компании лидеры по утечки нефти. По данным на 2014 год у зарубежных компаний, таких как Total, BP, Exxon- количество аварий с разливами нефтепродуктов в окружающую среду составляет от 100 до 300. В то же время в России «Роснефть» заявила о 5797 случаях прорыва промысловых трубопроводов, «Лукойл» – 3114 случаев, «Башнефть» – 1132 аварии [1].

Российская нефтяная промышленность из-за изношенности труб разливает примерно 30 миллионов баррелей нефти в год. Стоит отметить, что этот показатель в шесть раз превысил объем рекордного разлива нефтяной платформы «Deepwater Horizon» в Мексиканском разливе. Напомним, что тогда в 2010 году погибли 11 человек, а в воды залива вылилось около 5 млн. баррелей, размер ущерба по решению суда около 20 млрд. долларов.

Нефть обладает специфическим запахом, и при контакте с любым живым организмом она вызывает отравление. Небольшие животные, попадая в нефтяной разлив, не могут оттуда выбраться и сразу же погибают. Нефть попадает в организм и птиц, как правило, при очистки своих перьев. Для растительности разлитая нефть также губительна: на землях, где

когда-то был разлив, долгое время ничего не растет, а с годами появляются совершенно другие растения - сорные. Разливы нефти на воде приводят к гибели не только рыб, но и морских животных, включая китов и дельфинов. Таким образом, разливы нефти разоряют естественную экосистему [2].

Необходимо отметить, что человек в современном мире, также не защищен от воздействия нефтяных разливов. Самыми уязвимыми становятся продукты питания и питьевая вода, которые могут быть загрязнены углеводородами еще на стадии производства. Учеными доказано, что у жителей, вынужденных контактировать с нефтепродуктами, выброшенными в окружающую среду, наблюдается ослабление иммунитета. Вследствие этого высокий рост инфекционной заболеваемости и болезней органов дыхания и нервной системы. Также увеличивается количество людей с таким диагнозом как онкология [3].

К сожалению, ни одно техническое устройство нельзя создать, чтобы его работа выполнялась им, на сто процентов. Вероятность такого отказа возрастает со временем. Чем оно дольше служит, тем возможнее аварийный вариант событий. Согласно официальным данным, около 97% аварий на нефтепроводах России – коррозия труб, вследствие изношенности оборудования или неправильного использования. Безаварийный период трубопроводов от 10 до 20 лет, в нашей же стране их средний возраст перешагнул за 30 [4]. Тем не менее, статистика совершенно не радует глаз, на данный период если добыча нефти будет продолжаться в том же темпе, то многие крупные Российские нефтяные компании заменят все обветшалые труды через 55-80 лет, а некоторые только через 150 лет [1].

Анализируя данную ситуацию предприятия и экологические службы до сих пор находятся в поиске средств для эффективной ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов. Решение этой проблемы является поиск дешевых и эффективных методов удаления очистки воды. Под эту характеристику подходит метод сорбционной очистки твердыми магнитными сорбентами, избирательно поглощающими из среды необходимые компоненты. Этот способ привлекателен своей высокой эффективностью, является экономически выгодным и отличается своей управляемостью с помощью магнита, поэтому на сегодняшний день большое количество магнитных сорбентов уже применяют.

Нами, в Кузбасском государственном техническом университете был предложен состав и способ получения нефтесорбента, отвечающего на сегодняшний день всем основным требованиям. Исходное сырье для целевого продукта представляют собой отходы животноводческих и деревообрабатывающих предприятий, которые под воздействием технологических операций представляют наш нефтесорбент.

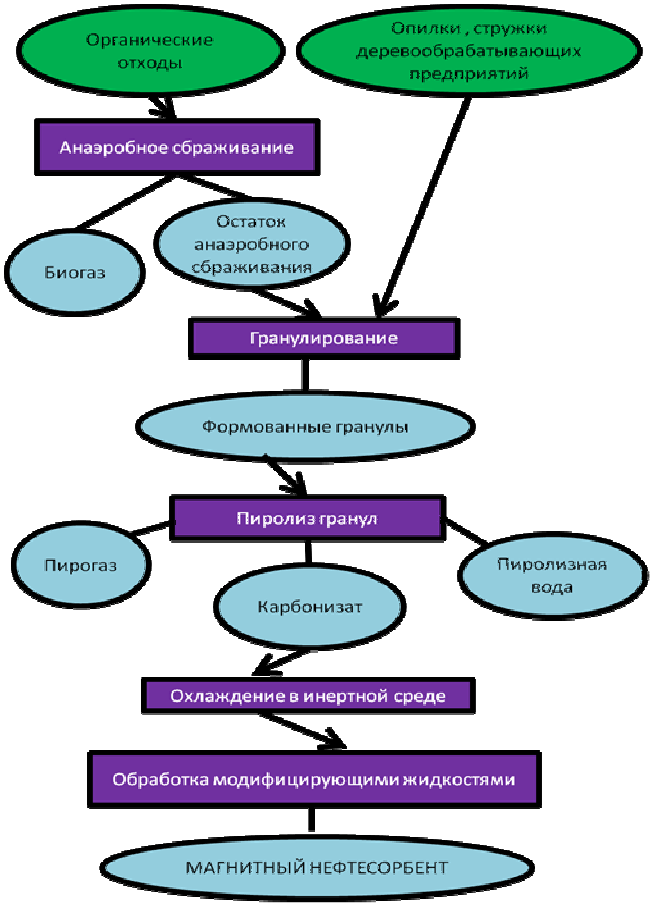


Рисунок 1. Блок-схема получения нефтесорбента.

Блок-схема получения нефтесорбента представлена на рис.1. После анаэробного сбраживания органических отходов, остается полутвердый остаток, который в дальнейшем используется в качестве связующего для древесных отходов. Получаемая смесь подается в барабанный гранулятор, после чего мы получаем формованный гранулы. Затем помещаем их в трубчатую печь для пиролиза с температурой более 500 °С. В результате тепловой обработки сырья мы получаем газовую, жидкую и твердую фазу. В данной работе особое внимание оказано твердой фазе, хотя ведутся работы по изучению пирогаза и пиролизной воды. Карбонизат охлаждаем в инертной среде и обрабатываем модифицирующими добавками, по итогу получая магнитный нефтесорбент.

Действие нефтесорбента основано на избирательной адсорбции загрязняющих компонентах на поверхности водных сред. Исходя из этого области применения нефтесорбента – это ликвидация аварийных разливов и прорывов нефти, а также очистка сточных вод. Переработка отходов помогает нам создать продукт, который станет полезным для ликвидации разливов нефти. Необходимо помнить, что не рациональное природопользование – это первый шаг навстречу экологической катастрофе.

Список литературы

1. Экологический демпинг российской нефти. [Электронный ресурс]. URL: http://flb.ru/info/61077.html (Дата обращения: 18.09.2016).

2. Нефтяные разливы в России. [Электронный ресурс]. URL: http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/oil-spills/ (Дата обращения: 18.09.2016).

3. Ежегодные разливы нефти колоссальны. [Электронный ресурс]. URL: https://kprf.ru/pravda/issues/2016/88/article-55760/ (Дата обращения: 18.09.2016).

4. Квашевая Е.А. Статистика аварийных разливов нефти [Текст]// Международная дистанционная научно-практическая конференция «Приоритетные направления развития науки, техники и технологий»: сб. статей. – Кемерово, 2016. – С.134-136.

УДК 631.4

НАУЧНЫЕ ИДЕИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Керженцев А.С.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

e-mail: kerzhent@rambler.ru

Мудрый юморист Михаил Жванецкий на своем Юбилее сказал: «80 лет – это право целовать любую женщину без ее согласия, но без всякой надежды на взаимность». А я перефразировал его на свой лад: «80 лет – это право высказывать любые самые дерзкие идеи и гипотезы, но без всякой надежды на их признание».

Так что прошу принять мое юбилейное выступление с долей юмора, тем более, что еще один мудрец, Н.В.Тимофеев-Ресовский, сказал: «Для серьезного развития серьезных наук нет ничего пагубнее звериной серьезности. Нужен юмор и некоторая издевка над собой и над науками. Тогда все будет процветать!» Все о чем я буду говорить многократно опубликовано в моих статьях и книгах, я лишь напомню основное.

Юбилейный доклад я посвящаю светлой памяти моих мудрых учителей, из них в первом ряду стоят два Виктора: В.А.Ковда и В.В.Бугровский, которые помогли мне сформулировать основные положения Функциональной экологии – науки, изучающей механизм функционирования природных, аграрных и урбанизированных экосистем.

Мне в жизни повезло на мудрых учителей, начиная со школьного учителя географии И.Я.Старостина, который привил мне любовь к природе и путешествиям. В Саратовском сельхозинституте меня учили вейсманисты-морганисты, противники Лысенко, высланные из Москвы, Питера, Одессы. Генетику нам читал Я.А.Шнайдерман из Одессы, которого дважды лишали докторской степени, и он в третий раз защитил ее уже при мне. На его лекции приходили студенты и преподаватели с других факультетов.

Работая в экспедициях Росгипрозема, я получал консультации у корифеев почвоведения: С.В.Зонна, В.М.Фридланда, Е.Н.Ивановой, Е.В.Рубилина, М.А.Глазовской, Ю.А.Ливеровского, Г.В.Добровольского, И.А.Соколова, В.О.Таргульяна и многих других.

В науку меня буквально за уши втянули Е.В.Рубилин и С.В.Зонн, когда я руководил почвенными работами при землеустройстве горных пастбищ Северного Кавказа: «У тебя в руках ботанические и почвенные карты высокогорий пяти республик Северного Кавказа, а ты не защищаешься, стыдно!». Под их влиянием я перевелся в Сибирский филиал Росгипрозем, а потом с должности главного специалиста поступил в очную аспирантуру к их

третьему однокашнику по Горскому сельхозинституту Р.В.Ковалеву в новый Институт почвоведения и агрохимии СО РАН в Новосибирске.

После окончания аспирантуры, из-за конфликта с начальством по поводу генезиса второго гумусового горизонта, я получил временную должность ст.лаборанта, и по приглашению О.В.Макеева переехал в Пущино для организации мерзлотного стационара в Читинской области (из Сибири в Сибирь!), прихватив с собою Веру Васильевну, с которой в мире и согласии живем уже 47 год. На пятом году успешной работы стационара, он был закрыт по приказу В.А.Ковды, который поручил мне срочно организовать в Пущине Биосферную станцию для проведения экологического мониторинга Верхнеокского бассейна, иначе угрожал передать меня вместе с профессором Макеевым в Сибирское отделение РАН. На десятом году успешной работы Биосферной станции она была закрыта по приказу нового директора М.С.Кузнецова со словами: «Экология нам не нужна, нам нужна продовольственная программа».

Дальше был грандиозный международный эксперимент «Убсу-Нур» (Тува-Монголия) под руководством академика А.А.Воронова и профессора В.В.Бугровского. Убсунуская котловина размером 200х400 км содержала набор природных зон от тундры до пустынь. В ходе этого эксперимента и родилась новая наука Функциональная экология.

А ее начало заложил В.А.Ковда, который в 1968 г. с высокой трибуны Генеральной Конференции ЮНЕСКО открыл новую Международную программу МАБ «Человек и биосфера» и призвал изучать почву как незаменимый компонент биосферы. Под этим девизом прошел в Москве X Конгресс почвоведов в 1974 году при всеобщем одобрении. Но с уходом В.А.Ковды все об этом забыли, **а я запомнил**.

Почва с ее уникальными свойствами никак не вписывалась в состав экосистемы, поскольку изучалась как геологическая порода, переработанная факторами почвообразования в геологическом масштабе времени. Ее параметры (цвет, плотность, влажность, механический, химический, минералогический состав) никак не совпадают с параметрами фитоценоза (видовой состав, биомасса, прирост, опад), хотя они составляют природное единство. Поэтому модели экосистем до сих пор остаются беспочвенными, почва в них значится как эдафический фактор.

И.А.Соколов и В.О.Таргульян в 1976 году совершили мировое открытие, показав наличие у почвы двух характерных времен: геологического (почва-память) и реального (почва-момент). Это отрывало возможность изучения функции почвы в масштабе реального, а не геологического времени, к чему почвоведов призывал еще в 1918 году академик Л.И.Прасолов. Но авторы даже не дали термину «Почва-момент» внятного определения, не

говоря уже о параметрах, критериях оценки, классификации, диагностике – атрибутах любого объекта исследований. Все об этом забыли, **а я запомнил**.

В эксперименте «Убсу-Нур» главную роль играли «технари» - сотрудники Института проблем управления РАН во главе с дважды доктором наук, профессором В.В.Бугровским. «Технари» научили нас смотреть на природные объекты как на «информационно-управляющие системы». Мы с В.В.Бугровским придумали «Принцип информационного единства природных и технических систем», который превратил привычные природные объекты: фитоценоз, педоценоз и экосистему в информационно-управляющие системы (ИУС). Каждая ИУС имела цель, функциональные блоки, уровни управления и уровни информации, необходимые для достижения цели.

Самые первые гранты РФФИ позволили дружному коллективу разных лабораторий и разных институтов создать экспериментальную установку «Экотрон», имитирующую функцию метаболизма экосистемы и провести ряд экспериментов по управлению этим механизмом путем регулирования гидротермических условий: соотношение O_2/CO_2 в «атмосфере», динамику химического состава лизиметрических вод. За один год экспозиции колонки насыпного бескарбонатного суглинка с травяным опадом получили реальный профиль почвы (гумус, глинистые кутаны, железистые прослои, выделения карбонатов биологического происхождения, вторичные минералы, которые отсутствовали в исходном суглинке). В следующем эксперименте мы планировали получить первичные минералы, но последовали сплошные отказы РФФИ.

Всех удивило быстрое образование в почве Экотрона карбонатов. Но появление и исчезновение карбонатов в реальных почвах мы наблюдали в Забайкалье. За 10 лет до нас сотрудники Почвенного института отмечали в разрезах вскипание с 30 см, выделение карбонатов с 60 см. А мы в тех же самых почвах до глубины 2 м не обнаружили даже вскипания. Зато через 2 года, когда вместо 220 мм, выпало 500 мм осадков, карбонаты появились в большом количестве, но сначала на земной поверхности. Они как инеем опушили травянистые растения, покрыли выпотами гранитные валуны, обрывистые стенки оврагов и промоин. И только на следующий год карбонаты оказались в почвенном профиле там, где их видели наши предшественники 10 лет назад. Проследить дальнейшую судьбу карбонатов нам не удалось, поскольку стационар был закрыт, и мне пришлось с головой окунуться в создание Пущинской биосферной станции.

Главным нашим открытием был Метаболизм экосистем - циклический процесс фазовых превращений вещества экосистемы: биомассы, некромассы и минермассы с помощью трех функций: анаболизм, некроболизм, катаболизм под влиянием естественных и антропогенных факторов. Биологам хватало анаболизма и катаболизма, а нам для уровня экосистемы

пришлось добавить некроболизм – превращение живой биомассы в мертвую некромассу. Именно здесь в ходе старения и отмирания организмов создавались генеративные органы (плоды, семена, споры, зародыши), которые превращались в биомассу следующего поколения. Цикл метаболизма современных экосистем замкнут на 90-99% экомассы, следовательно отходы метаболизма составляют 1-10%. Компенсацию потерь обеспечивают атмосферные, в том числе метеоритные выпадения и продукты выветривания горных пород, Космическая пыль поступает на Землю в результате аккреции со средней скоростью 0,6т/км^2/год. За 4,5 млрд. лет Земля накопила массу биофильных элементов, содержащихся в биосфере. Цикл метаболизма превратил ограниченный запас биофильных элементов в постоянно обновляемый и потому бесконечный ресурс.

Метаболизм экосистем обеспечивает не только экономию пищевых ресурсов экосистемы, но и защиту биоты от потенциальной токсичности свободных элементов, выделенных педоценозом, но не усвоенных фитоценозом. Гумификация связывает минеральные элементы в устойчивые органические молекулы и хранит их в безопасном для биоты состоянии до востребования фитоценозом. Почвенная микрофлора минерализует гумус, высвобождая хранимые в нем минеральные элементы. Фитоценоз усваивает только их часть, а неусвоенные элементы подвергаются биокристаллизации и в форме глинистых кутан, железо-марганцевых и карбонатных конкреций, вторичных и первичных минералов образуют слои седиментов осадочных пород.

В геологии сейчас успешно развивается новое направление «Литология микробиолитов». Геологи уже доказали, что слои строматолитов образовались в результате жизнедеятельности примитивных экосистем – циано-бактериальных матов. Мы пытаемся доказать, что современные многоярусные экосистемы оставляют более существенные следы в истории Земли в виде пластов осадочных пород. За 10 тыс. лет периода голоцена экосистемы «Ямской степи» в Белгородской области накопили 4 метра отходов метаболизма в форме седиментов со средней скоростью 0,4 мм/год.

В последнее время под влиянием А.В.Яблокова меня заинтересовала проблема эволюции экосистем. По его словам проблема эволюции успешно решалась биологами до популяционно-видового уровня, а на уровне экосистемы и биосферы она застопорилась. Помогайте. Мы начали с определения эволюции как процесса совершенствования структуры для повышения эффективности функции экосистем. Определили этапы эволюции. Уточнили последовательность освоения биотой пространства земной суши.

Первый биом дождевых тропических лесов сформировался в меловом периоде самым древним растительным сообществом покрытосеменных растений. После заполнения ареала наиболее благоприятных условий экспансия жизни стала вытеснять приграничные виды за

его пределы в зону тогдашнего анабиоза. Конкуренция за жизненное пространство заставила биоту изобретать новые жизненные формы, способные существовать в менее благоприятных условиях с понижением видового разнообразия и продуктивности. Распространение экосистем осуществлялось по градиентам дефицита тепла и увлажнения: субтропические, широколиственные, хвойные леса, саванны, степи, прерии, пампы, полупустыни, тундры, арктические и аридные пустыни. Так шаг зашагом эволюция заполнила все пригодные для жизни территории и образовала биосферу – экосистему глобального масштаба, способную к саморегуляции.

По предложению А.В.Яблокова мы с сотрудниками Лаборатории создали три аллегорических изображения трех этапов эволюции метаболизма биосферы: 1) биосфера - до появления человека, 2) антропосфера - после его превращения в «геологическую силу» и 3) ноосфера - после восстановления человеком будущих поколений нового более высокого уровня гомеостаза биосферы с учетом реальной численности консументов.

Человек - единственный вид в биосфере, который сумел нарушить закон природы, ограничивающий рост численности популяций. Разум с помощью техники и технологий увеличил физиологические возможности человека и он стал использовать ресурсы, предназначенные другим видам, обрекая их на вымирание. Кроме того, он стал добывать новые ресурсы, недоступные другим видам, увеличив до предела свою популяцию.

Неумеренный рост вторичной биологической продукции (зоомассы) привел к дефициту первичной продукции (фитомассы), необходимой другим видам. Кроме того, человек создал новый класс вещества биосферы – третичную антропогенную продукцию: искусственные вещества и материалы, машины и механизмы, здания и сооружения, отходы производства и потребления, бытовые отходы. Она стала накапливаться в биосфере, изымая из круговорота биофильные элементы и загрязняя среду обитания человека, природные организмы редуценты оказались не способными ее утилизировать.

Отдельно стоит сказать потерях почвенных ресурсов, которые Г.В.Добровольский назвал «тихой смертью». Человек может не заметить, как погибнет от голода, как та лягушка, которая млела в сосуде с нагреваемой водой и не заметила, как сварилась. Но ограничить потери почв от их отчуждения, загрязнения и деградации можно уже сейчас.

Человек, став геологической силой, превратил Биосферу в Антропосферу и вызвал Глобальный экологический кризис. Чтобы вернуть исходный уровень гомеостаза биосферы надо убрать из нее человека и природа быстро все восстановит. А чтобы сохранить популяцию человека с ее потребностями, необходимо создать новый более высокий уровень гомеостаза с учетом реальной численности населения. Для этого человеку придется выполнять кроме функции консумента, также функции продуцента и редуцента. Он должен

создать сверхмощную и безотходную индустрию первичной биологической продукции (фитомассы), за счет высвобождения биофильных элементов, упакованных в третичной антропогенной продукции путем ее рециклинга. Тогда человек сможет осуществить бесконфликтный переход антропосферы в ноосферу с новым более высоким уровнем гомеостаза, как предсказал В.И.Вернадский в начале прошлого века.

Человек умелый и Человек прямоходячий соблюдали все законы природы наравне с другими видами. **Человек разумный** нарушил закон, ограничивающий рост численности популяции и вызвал Экологический кризис. Однако он даже не осознал реальной опасности этого кризиса. Осознать опасность и разработать программу выхода из экологического кризиса сможет **Человек просвещенный**, глубоко познавший законы природы. А реализовать эту программу сможет **Человек благородный**, освобожденный от примитивных звериных инстинктов: алчности, воровства, зависти, агрессии, борьбы за власть. Он сможет направить огромный материальный и интеллектуальный потенциал, пожираемый сейчас милитаризацией, которая нацелена на уничтожение людей, на решение проблемы выживания человека на Земле.

Земля – это космический корабль, одиноко блуждающий в бескрайних просторах Космоса с ограниченным запасом ресурсов и постоянно растущей численностью экипажа. К.Э.Циолковский сказал: «Планета – колыбель разума, но нельзя же вечно жить в колыбели!» Если человек создаст ноосферу на Земле, он создаст ее на других планетах.

Из прошлых кризисов человек выходил путем кардинального изменения образа жизни. Так первобытные охотники стали земледельцами и скотоводами, а успешные ирригаторы освоили богарное земледелие. Но придумали эти альтернативные технологии изгои общества, которые, лишившись поддержки племени и орошаемых земель, были вынуждены искать новые способы существования. А когда грянул гром, именно эти люди не погибли от голода и продолжили эволюцию человека.

Современные экологи давно предупреждают о приближении глобального экологического кризиса. Но их предупреждения считаются страшилками, которые подрывают экономику. Их всячески высмеивают, сажают в тюрьму, даже убивают. А они продолжают изобретать и внедрять альтернативные экологически безопасные технологии. А когда грянет гром, когда начнется массовая гибель людей от непонятных болезней и голода, тогда вспомнят об этих спасительных технологиях выживания. Но могут и не успеть как та лягушка, которая не заметила, как сварилась при нагревании воды в сосуде.

Но я свято верю в светлый разум человека просвещенного и мудрую волю человека благородного! Я желаю молодым людям побыстрее пройти следующие этапы эволюции человека: просвещенным и благородным можно стать и в индивидуальном порядке!

УДК 662.765

ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

Козлова И.В., Квашевая Е.А.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

Научный руководитель: Ушаков Андрей Геннадьевич

e-mail: irina15151@mail.ru

Аннотация. Поиск энергоносителей, альтернативных традиционному углю и газу – одна из важнейших задач для современного общества. Перспективным является использование органических отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий как исходного сырья для получения высококалорийного газа.

Ключевые слова: *органические отходы, газообразное топливо, газогенераторная станция, сброженный остаток, биотопливо*

Проблемы переработки промышленных и бытовых органических отходов являются актуальными задачами наших дней. Без их решения невозможно справиться с глобальными проблемами обеспечения возрастающего населения продуктами питания и одновременной колоссальной нагрузкой на экологическую систему планеты Земля. Бесспорно, необходимо переходить на новые технологии переработки органических отходов [1].

Ежегодное количество органических отходов по разным отраслям хозяйства РФ составляет более 390 млн. т. Коммунальных стоков – 10 млн. т. Сельское хозяйство дает 250 млн. т, из них 150 млн. приходится на животноводство и птицеводство, 100 млн. т – на растениеводство. Лесо- и деревопереработка дают 700 млн. т, твердые бытовые отходы городов - 60 млн. т [2].

Без применения инновационных способов переработки органических отходов, существует большая вероятность накопления органических веществ [3].

Поэтому целью данной работы является: разработка газогенераторной станции для газификации органических отходов в газообразное топливо. Для достижения данной цели, были поставлены следующие задачи:

- разработать принципиальную технологическую схему переработки органических веществ;

- наработать опытные образцы синтез-газа

Исходя из поставленных задач, **объектом исследования** явились отходы биохимической очистки и древесные отходы.

Экспериментальные исследования состояли из 5 этапов.

- изучение исходного сырья
- анаэробное сбраживание избыточного активного ила
- формование и гранулирование смеси в различных пропорциях
- термическая обработка
- газификация полученных гранул в лабораторных условиях
- анализ полученного синтез-газа

Условия эксперимента:

- кратность проведения опытов – не менее 3-х раз;
- число параллельных определений в опыте – 2-3-х кратное;
- погрешность используемых в экспериментах приборов составляла не более 2%.
- погрешность самих экспериментов не превышала 2-8%.

Проведя ряд лабораторных исследований, экспериментальным путем было установлено, что самым подходящим методом интенсификации процесса сбраживания является барботажное перемешивание, который позволяет свести к минимуму температурную неоднородность и отводить ингибирующие продукты жизнедеятельности бактерий в биореакторе. Так как скорость движения субстрата в биореакторе в результате спонтанного выделения биогаза не превышает 0,3 мм/с, следовательно, вынужденное движение сбраживаемой среды можно считать несущественным.

При анаэробном сбраживании органических веществ установлено, что концентрация метана в биогазе может достигать 85-90 %об.в зависимости от условий сбраживания.

Для выполнения исследований по изучению процесса газификации органической биомассы была разработана принципиальная технологическая схема, представленная на рис. 1.

Проведя ряд лабораторных исследований было установлено, что газ с низкой теплотой сгорания образуется при использовании паровоздушного дутья. Он характеризуется высоким содержанием балласта - азота (до 40—50% об.), что обусловливает низкую теплоту сгорания такого газа. Основная область применения таких газов - сжигание в топках промышленных печей. Кроме того, после, конверсии содержащегося в них оксида углерода и очистки от CO_2 получают азотоводородную смесь - исходное сырье для синтеза аммиака.

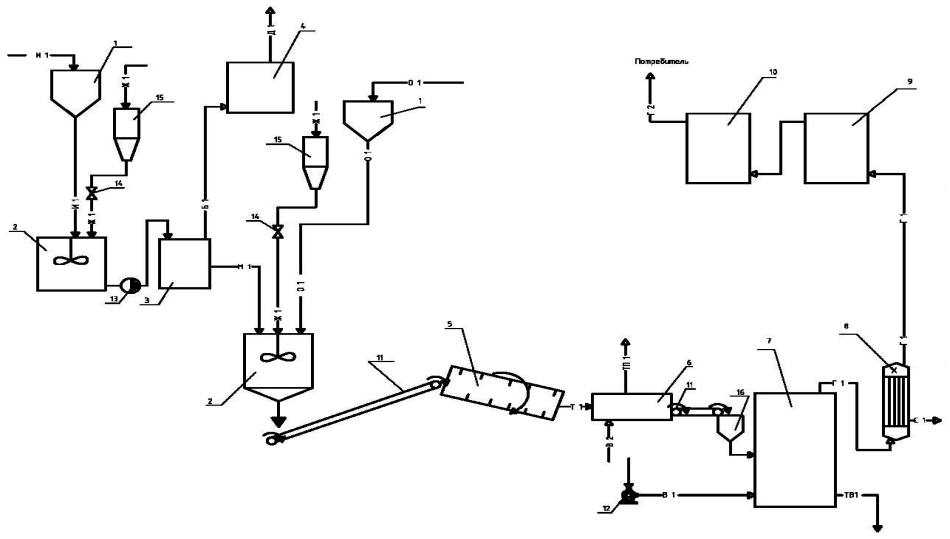


Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема

1-бункер; 2-аппарат смешения; 3-метантенк; 4-Система удаления биогаза; 5-гранулятор; 6-сушильныйаппарат; 7-газификатор; 8-холодтльник; 9-очиститель от серы; 10-очиститель от смолы; 11-ленточный транспортер; 12- воздуходувка; 13-героторный насос; 14-вентиль; 15-дозатор; 16-приемный бункер для гранул

Линии: И1-избыточный активный ил; Ж1-вода; Б1-биогаз; М1-биомасса;О1-опилки;Т1-топливные гранулы; Т2-сухие топливные гранулы; В1-воздух; В2-горячий воздух; Г1-синтез-газ; Г2-очищенный газ; Т1-теплота от сгорания; С1-смола; ТП1-теплоноситель; Д1-дымовые газы; ТВ1-твердый остаток.

Газы со средней теплотой сгорания были получены в процессах парокислородной газификации твердых топлив. По составу они представляют собой смеси оксидов углерода и водорода с небольшими количествами метана и других углеводородов: 30—35% (об.) CO_2, 10—13% (об.) CO, 38—40% (об.) $H_{2)}$ 10—12% (об.) CH_4, 0,5— 1,5% (об.) C_nH_{2n}. По экономическим соображениям такие газы применяют в ограниченных масштабах. Их используют главным образом как химическое сырье, а также начинают применять в металлургии в качестве газов-восстановителей.

Как правило, процентное содержание веществ в сыром неочищенном синтез-газе следующее:

- CO - 15-18%
- H_2 - 38-40%
- CH_4 - 9-11%
- CO_2 - 30-32%

Стоит заметить, что данное соотношение является весьма приблизительным, поскольку повышением температуры в процессе синтеза можно увеличить количество CO, а увеличив давление можно повысить содержание H_2 и CH_4.

Результаты и обсуждения:

Исследуемый активный ил характеризовался следующими показателями: A^a= 37%, W =72%

Перед использованием избыточного активного ила необходимо провести его обеззараживание. Для этого выбран метод сбраживания в анаэробных условиях.

Экспериментально доказана возможность использования в качестве связующего вещества избыточный активный ил. Определена оптимальная влажность исходного сырья (87%) для получения связующего вещества.

Газификация сброженного остатка позволяет полностью перевести органические вещества в газообразную фазу путем термодеструкции и получить газообразное топливо.

Сырье для получения биотоплива находится во всех регионах нашей страны, и почти в каждом из них может быть налажено производство энергии и топлива из биомассы. Именно использование ее в качестве исходного сырья является эффективным способом развития альтернативных источников энергии, взамен традиционно существующим.

Проведенные лабораторные исследования, показали, что внедрение предложенной установки способствует повышению технологичности энергетического использования биомассы и уменьшению затрат тепловой энергии.

Список литературы

1. Нуркеев С.С., Нуркеев А.С., Джамалова Г.А., Кораблев В.В. [и др.]. Использование биореакторов для моделирования процессов разложения свалочных масс и определения эмиссий загрязняющих веществ на полигонах твердых коммунальных отходов // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Архитектура и строительство в новом тысячилетии».г. Алматы, 7-8 ноября, 2008 г. Алматы: КазНТУ, 2009, С. 471-474.

2. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Рига: Знание,1988. 204 с.

3. Крупский К.Н., Андреев Е.Н., Ютина А.С. Использование биогаза в качестве источника энергии: обзорн. информ. М.: ЦБНТИ Минжилкомхоз РСФСР, 1988. 43 с.

УДК 551.583+581.584+581.526

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Коломыц Э.Г. [1]***, Керженцев А.С.*** [2]***, Шарая Л.С.***[1]

[1]*Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, Тольятти, РФ*

e-mail: ievbrus2005@mail.ru

[2] *Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук, Пущино, РФ*

e-mail: kerzhent@rambler.ru

Излагается идеология и методика количественных оценок устойчивости лесных экосистем. Намечается *разноуровенная система* динамических свойств природных комплексов, объединенных общим понятием «устойчивость». Первый уровень имеет дело с двумя исходными альтернативными категориями *структурной устойчивости*: *ареальной* (геотопической) и *миграционной* (трансгрессивной), – которые характеризуют соответственно состояние устойчивого равновесия системы и ее вынужденное поведение как реакции на внешнее воздействие. Второй уровень касается ее временно′го среза – состояния функциональной устойчивости, которое связано с характерными временами различных циклов биологического круговорота. Здесь выделяются *фитоценотическая и почвенно-биотическая устойчивость*. Наконец, на третьем уровне рассчитываются и картографируются *меры резистентной и упругой (упруго-пластичной) устойчивости*. Эти меры характеризуют соответственно чувствительность гео(эко-)систем к внешним воздействиям и их последующий сукцессинно-восстановительный потенциал.

На примере Окско-Волжского бассейна с помощью метрики евклидового расстояния проведены расчеты индексов резистентной и упругой устойчивости лесных фаций и формаций. На основе полученных мер с помощью новых методов геоморфометрии рассчитаны карты-матрицы индексов устойчивости биогеоценозов. Удалось количественно оценить относительный вклад каждого метаболического фактора в тот или иной индекс и провести верификацию расчетных моделей.

Аналитические и картографические модели показали, что в начальный период воздействия неблагоприятного внешнего сигнала лесной биогеоценоз, стремясь к выживанию, реагирует снижением интенсивности годового оборота надземной фитомассы и/или усилением минерального питания растений из гумусового горизонта почвы. Последующий восстановительный потенциал реализуется с помощью активизации

процессов деструкции мертвой органики в лесной подстилке, а затем – путем увеличения годичной продукции зеленой массы, т.е. общим ускорением биологического круговорота.

Подавляющее большинство лесных формаций Окско-Волжского бассейна характеризуются высокой чувствительностью к внешним возмущениям, но в то же время – достаточно развитыми механизмами, олицетворяющими их упругую устойчивость. Это означает, что экзогенная динамика функциональных и структурных параметров лесных экосистем региона отражает смену их первоначальной адаптивной стратегии в меняющейся окружающей среде на стратегию последующего устойчивого развития, стремящегося привести их в первоначальное либо новое устойчивое функциональное состояние после «снятия» или даже ослабления воздействий (например, стабилизации климата, уменьшения загрязнения природных сред, снижения рекреационной или пастбищной нагрузки).

УДК 504.75.05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Комельков Д.А.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: komelkoffdan@mail.ru

Аннотация. В современном мире вопросы энергосбережения стоят как никогда остро и связано это с постоянным увеличением стоимости энергии и с истощением ресурсов для её получения. Поэтому сейчас ищутся новые виды топлива, которые могли бы заменить всем известный нам уголь, или нефть, а так же которые имели бы больший коэффициент полезного действия и был экономически выгоден, а так же мог нанести наименьший вред на окружающую среду. При использовании биотоплива, помимо экономии на электрической и тепловой энергии за счет собственной выработки, происходит существенная экономия на утилизации отходов, в том числе сельскохозяйственных, происходит экономия на площадях, ранее отводимых под хранение отходов перед их отправкой на утилизацию, поддержание экологии.

Ключевые слова: биотопливо, энергосбережение, утилизация отходов, воздействие на окружающую среду

На современном этапе развития человечества активным воздействиям подвергается природная среда (водная, почвенная, воздушная). [1-4]

В современном мире вопросы энергосбережения стоят как никогда остро и связано это с постоянным увеличением стоимости энергии и с истощением ресурсов для её получения.

Поэтому сейчас ищутся новые виды топлива, которые могли бы заменить всем известный нам уголь, или нефть, а так же которые имели бы больший коэффициент полезного действия и был экономически выгоден, а так же мог нанести наименьший вред на окружающую среду.

Компании, эффективно утилизирующие отходы, не только повышают экологичность своего производства, но и существенно экономят денежные средства. Другими словами, котельное оборудование, сжигающее отходы производства работает практически на бесплатном топливе.

Цель исследования: изучить виды биотоплива и определить степень вреда окружающей среде.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить виды биотоплива, используемые в настоящее время;

- Сравнить наиболее используемые виды биотоплива и их воздействие на окружающую среду.

В процессе сельскохозяйственной деятельности образуется очень большое количество отходов сельского хозяйства. Особое место по объемам занимают растительные отходы. Использование лузги в качестве топлива позволяет снизить до минимума выбросы вредных веществ в атмосферу.

Объектом моего исследования стала котельная, которая находится в Сокольском районе, в деревне Марковское Сокольского района. Котельная работает на лузге овса. Лузгу поставляют из города Кадников, что в 10 км от Деревни.

Основной принцип действия такой: котельные ячейки для сжигания лузги предназначены для получения насыщенного пара, используемого на технологические нужды предприятия, а также тепловой энергии для систем отопления и горячего водоснабжения объектов промышленного и бытового назначения.

Необходимо отметить, что биотопливом зачастую являются отходы, утилизация которых стоит достаточно дорого, да и что скрывать, данные отходы наносят вред окружающей среде. Таким образом, при использовании биотоплива, помимо экономии на электрической и тепловой энергии за счет собственной выработки, происходит существенная экономия на утилизации отходов, в том числе сельскохозяйственных, происходит экономия на площадях, ранее отводимых под хранение отходов перед их отправкой на утилизацию, поддержание экологии (экономия хотя бы на экологических штрафах).

В приведенной ниже таблице представлена сравнительные показатели использования топлива. Приведенная в таблице энергоемкость овсяной лузги получена на основании практического замера компанией Конструкторское Бюро "ЭнергоТехПроект". На основании данной таблицы можно сделать вывод, что лузга овса по отношению к другим энергоносителям значительно отличается в стоимости тепла, когда по другим показателям лузга не отличается.

Таблица - сравнительные показатели использования топлива.

Энергоноситель	Ед. изм.	Цена, руб.	Энергоемкость, кКал/кг	КПД оборудования	Стоимость тепла, руб/Гкал
Электричество	кВТ. час	2,8	1160	0,95	3050
Дизтопливо	л	28	10000	0,85	3280
Топочный мазут	кг	12	9600	0,8	1580
Уголь	кг	2	4500	0,72	650
Природный газ	М. куб	3,2	9000	0,8	490
Лузга овса	кг	3	9300	0,9	380

Итак, подведём итог и выделим плюсы использования биотоплива:

- Низкая себестоимость производства топлива;
- Высокая степень автоматизации процессов – сокращение численности персонала котельной;
- Отсутствие операций по подготовке топлива;
- Независимость от сетей и крупных монополистов – поставщиков топлива;
- Взрыво- и пожаро- безопасность;
- Экологическая чистота;
- Высокий КПД котельно-топочного оборудования;
- Возможность использования автоматизированных промышленных котлов и котлов используемых для отопления частного сектора, без выполнения дорогостоящих мероприятий по согласованию (Ростехнадзор и др.) и обеспечению безопасной эксплуатации;
- Ежегодная возобновляемость сырьевого ресурса;
- Зольный остаток соответствует и может быть использован как минеральное удобрение.

Библиографический список

1. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

2. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

3. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

4. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С. Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ АЗОТА НА ПОЧВЕННЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

***Кудреватых И.Ю.*[1,2]**

1-Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Пущинский государственный естественно-научный институт», Пущино, РФ

2-Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, Пущино, РФ

e-mail:averkieva25@rambler.ru

Изучали леса Московской, Вологодской и Костромской областей, которые характеризовались разной антропогенной эмиссией минерального азота ($N_{мин}$). Проводили отбор проб снега и почвы, в которых определяли $N_{мин}$ (NH_{4+}+NO_{3-}), $C_{общ}$ и $N_{общ}$ почв, а так же геоботаническое описание растительности. Выявили, что в изученных лесах поступление $N_{мин}$ из атмосферы составило 0.1- 3.2 мг N/л, которое влияет на увеличение NO_3/NH_4, но не определяет $C_{общ}/N_{общ}$ почв и распределение растительности в напочвенном покрове.

Ключевые слова: азот, лес, почва, нитраты, аммоний, растение, напочвенный покров

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивность геохимических потоков элементов в естественные экосистемы из атмосферы возрастает в условиях активной техногенной эмиссии поллютантов, что становится причиной нарушения ключевых биогеохимических процессов. На протяжении последних двух столетий сельское хозяйство и сжигание ископаемого топлива значительно увеличило выбросы в атмосферу химически активных форм азота (NOx, NH_3, N_2O), основными источниками которых являются промышленность и автотранспорт [1]. Не смотря на полифункциональность действия азота (эфтрофирующий и кислотный агент) в отечественной науке он долгое время рассматривался с позиции сельского хозяйства как элемент питания для растений [2]. В связи с этим для территории России практически отсутствуют данные о влиянии его атмосферных выпадений на свойства естественных экосистем, за исключением оценки воздействия азотного загрязнения крупных промышленных предприятий [3]. Все это затрудняет разработку экологических нормативов содержания азота в естественных средах, которые характеризуются относительно не

высокой, но долговременной поставкой азота из атмосферы. В данном исследовании рассмотрены взаимосвязи между почвенными и растительными свойствами и атмосферным выпадением азота в естественных лесных экосистемах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования: В 2013–2014 гг. были изучены леса Московской, Вологодской и Костромской областей, территории которых сильно различаются по характеру антропогенных источников эмиссии азота. В рамках регионов исследования выбраны одновозрастные мелколиственные, хвойные и смешанные леса (61 точка отбора). Почва исследованных участков дерново-подзолистая (Umbric Albeluvisols) от легкого до тяжелого гранулометрического состава, pH от 3.5 до 6.6.

Методы исследования: В исследуемых лесах были выбраны площадки (20 $м^2$, всего 61), на которых отбирали в марте керны снега на толщину снежного покрова (метод «конверта»), в августе – образцы дерново-подзолистой почвы (0-20 см, без растительной подстилки) и проводили геоботаническое описание растительности. В снеге (талая вода) и почве измеряли содержание минерального азота ($N_{мин}$), включающего его аммонийную (NH_4^+) и нитратную (NO_3^-) формы. В почве определяли содержание общего органического углерода и общего азота ($C_{общ}$, $N_{общ}$), pH и гранулометрический состав. Оценку питательных условий исследованных лесов проводили с помощью экологической шкалы Элленберга в программе EcoScaleWin [4]. Статистическая обработка данных заключалась в непараметрическом корреляционном и многофакторном анализе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Атмосферные выпадения. Для территории Московской обл. суммарная концентрация $N_{мин}$ в талых снеговых водах варьировала от 0.28 до 2.53 мг N/л и в общем пуле преобладали $N\text{-}NO_3$, содержание которых достигало 1.3–1.7 мг N/л. Концентрация $N_{мин}$ в талых снеговых водах на территории Вологодской обл. изменялась от 0.29 до 3.21 и в нем сильное преобладание отмечено для $N\text{-}NH_4$ (0.28 - 3.2 мг N/л). Согласно полученным данным суммарная концентрация $N_{мин}$ в атмосферных выпадениях на территории Костромской обл. составляла от 0.15 до 0.32, $N\text{-}NO_3$ варьировали от следовых количеств до 0.27 мг N/л, а $N\text{-}NH_4$ был значительно меньше (от следовых количеств до 0.16 мг N/л).

Почва. Для лесных экосистем почвенный пул $N_{мин}$ в основном представлен аммонием, это связано с тем, что в процессе минерализации аммиак после высвобождения из органических соединений закрепляется в субстрате и поэтому в водорастворимом состоянии встречается в малом количестве [5]. Увеличение доли $N\text{-}NO_3$ в лесных почвах часто индицирует

разбалансированность азотного цикла. В исследованных нами образцах гумусовых горизонтов лесных почв, концентрации $N\text{-}NH_4$ в почвах изменялись в пределах 0.46-29.4 мг N $кг^{-1}$ почвы, содержание $N\text{-}NO_3$ варьировало от следовых количеств до 31.1 мг N $кг^{-1}$ почвы. В 56 % изученных лесных почв в пуле $N_{мин}$ преобладали $N\text{-}NO_3$, что может свидетельствовать как об адаптации лесных экосистем к условиям лимитированности азотом [3], так и о влиянии антропогенных источников [6]. Статистический анализ данных показал, что есть корреляция между показателем $N_{мин}$ почвы и атмосферными выпадениями $N\text{-}NH_4$ и $N_{мин}$ ($r = 0.41$ и 0.42 соответственно, $p \geq 0.05$).

Соотношение Собщ/Nобщ для исследуемых почв варьировало от 12 до 28. Проведенные исследования не показали корреляционных зависимостей между выпадением минеральных форм азота и соотношением Собщ/Nобщ в почве, а так же не выявили корреляции с содержанием Nмин в почве. Однако для европейских лесов показано, что увеличение атмосферных выпадений Nмин (до 35 кг N га-1 год-1) приводит к уменьшению Собщ/Nобщ в почве [7]. На наш взгляд, современные уровни поставки Nмин в изученных лесных экосистемах слишком низкие для того, что бы оказывать существенное влияние на соотношение Собщ/Nобщ почв.

Растительность. В Московской обл. в напочвенном покрове лесов доминировали Rubus idaeus, Urtica dioica, Humulus lupulus; в Вологодской – Calamagrostis arundinaceae, Trientalis europaea, Maianthemum bifolium, Pyrola rotundifolia, Dryopteris carthusiana, а в Костромской – Vaccinium myrtillus, Luzula pilosa, Linnaea borealis. Анализ распределения видов напочвенного покрова по экологической шкале обеспеченности почв азотом Элленберга показал очень сильную пространственную вариабельность, которая не зависит от типа леса. Богатые азотом местообитания, где растения – олиготрофы, встречающиеся в виде исключения (балл по шкале 7), отмечены для березняка разнотравного, ельника сложного разнотравного и сосняка крапивно-малинового. Данные экосистемы располагаются в районах с концентрацией $N_{мин}$ в снеговой воде, варьирующей от 0.3 до 1.7 мг N/л. Большее число исследованных лесов идентифицировано по данной шкале как переходные от умеренно обеспеченных до богатых азотом (баллов 5– 6), а выпадения $N_{мин}$ для этих экосистем характеризуются очень высокой вариабельностью (от 0.23 до 3.25 мг N/л). Проведенный корреляционный анализ не выявил взаимосвязей между характером распределения наземной растительности и количеством выпадений $N_{мин}$ ($R^2 = 0.06$). Также не было выявлено влияние данных показателей на статистическую значимость различий в разных типах леса ($p > 0.05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изученных лесах выявлено поступление минерального азота с атмосферными выпадениями, варьирующее от 0.1- 3.2 мг N/л, которое приводит к повышению $N_{мин}$ почвы и изменению в ней соотношения NO_3/NH_4, но не влияет на соотношение $C_{общ}/N_{общ}$ и распределение растительности в напочвенном покрове лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sutton M.A., Howard C., Erisman J.W., Billen G., Bleeker A., Grenfelt P., van Grinsven H., Grizzetti B. The European nitrogen assessment. Cambrige: Cambr. Univ. Press. 2011. 612p.

2. Умаров М.М., Кураков А.В., Степанов А.Л. Микробиологическая трансформация азота в почве. М.: ГЕОС. 2007. 138 с.

3. Лукина Н.В., Никонов В.В. Состояние еловых биоценозов севера в условиях техногенного загрязнения / Под ред. Уткина А.И. Апатиты: Коми НЦ РАН, 1992. 134 с.

4. Смирнов В.Э. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюл. МОИП. Сер. биологическая. 2006. Т. 111. № 2. С. 36–47.

5. Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах/ Под ред. Шоба С..А. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2003. 240 с.

6. De Vries W., Kros H., Reinds G.J., Wamelink W., Mol J., Van Dobben H., Bobbink R., Emmett B., Smart S., Evans C., Schlutow A., Kraft P., Belyazid S., Sverdrup H., Van Hinsberg A., Posch M., Hettelingh J - P. Developments in deriving critical limits and modelling critical loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe. Alterra – rapport 1382. Alterra:, 2007. 206 p.

7. Gundersen P., Schmidt I.K., Raulund-Rasmussen K. Leaching of nitrate from temperate forests — effects of air pollution and forest management // Environmental Reviews. 2006. V. 14. P. 1 –57.

УДК 541.18:678.652

ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПЛЕНОК СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Курочкина Г.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

e-mail: colloid41@rambler.ru

Аннотация. Разработаны составы полимерных композиций и способ получения на их основе защитных деградирующих пленок сезонного использования, гидролизующихся в почве после окончания вегетационного периода растений. Композиции саморазрушающихся пленок включают карбамидформальдегидную смолу, модифицирующую добавку, пластификатор, отвердитель и полимер. Составы наполненных полимерных композиций для получения конструкционного материала дополнительно включают наполнитель. Получаемые пленки оптимального состава обладают повышенной эластичностью (до 70 %) и достаточной прочностью 5-6 МПа в начальном состоянии.

Ключевые слова: экология, почва, полимерная композиция, гидролиз, прочность

Актуальность. Разработка и внедрение природоохранных технологий является радикальным решением вопросов охраны окружающей среды от загрязнения токсичными и трудноразлагаемыми отходами производственной и бытовой деятельности человека. К числу таких отходов относятся различные синтетические полимерные пленки, полученные на основе полиэтилена, полипропилена и т.д., используемые в промышленности, в сельском хозяйстве и быту. Они попадают в биосферу – воду и почву и медленно, в течение длительного времени разрушаются в ней, загрязняя окружающую среду токсичными веществами, угрожая здоровью людей. В связи с этим, в последние годы, как в нашей стране, так и за рубежом возрос интерес к биоразлагаемым полимерным материалам, которые разрушаются при воздействии различных микроорганизмов или физических факторов [1- 3]. Создание технологий для получения новых синтетических пленочных материалов, саморазрушающихся и биодеградирующих под влиянием природных факторов и на основе экологически безопасных компонентов является важной и актуальной задачей.

Цель работы – разработка технологии производства новых полимерных материалов – деградирующих (гидролизующихся) пленок сезонного использования с повышенной эластичностью.

Объекты и методы исследования. В данной работе разработана полимерная композиция для получения защитных пленок сезонного использования. При гидролизе такого материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений. Состав полимерной композиции для получения мульчирующихся пленок без наполнителя включает карбамидформальдегидную смолу (66 %-ный раствор, ГОСТ 14231-78 «Смолы карбамидформальдегидные»), водорастворимый полимер, пластификатор и отвердитель.

Состав полимерной композиции, мас. %: карбамидформальдегидная смола КФ-МТ (66%-ный водный раствор) – 35-45: пластификатор - 5-6; гидрофобизирующая добавка – 8-16; отвердитель - 4-6; водорастворимый полимер К-9 – 35 – 40. Препарат К-9 (ТУ 113-03-17-02-83) представляет собой пастообразную вязкую массу цвета жидкого стекла, полученную путем омыления сухих и мокрых отходов нитронового волокна с помощью 4%-ного раствора едкого натра при 95-98^0 С в течение 2,5 – 3,0 часов. Для получения конструкционного материала для формования трубок подпочвенного капельного орошения или горшочков для рассады составы полимерных композиций содержат различного вида наполнители. В качестве наполнителя используют кровельный картон с влажностью 65 % или древесные опилки [3, 4]. Следовательно, в зависимости от назначения полимерные композиции могут быть получены в двух видах: пленочные - без наполнителя и в виде конструкционного материала - с наполнителем. При определении физико-механических свойств полученных материалов использовали соответствующие ГОСТЫ. В таблице приведены физико-механические свойства полимерной пленки.

Таблица. Физико-механические свойства деградирующих пленок.

Относительное удлинение при разрыве, %	***Разрушающее напряжение при растяжении, Мпа***
Начальное – 70-75	5,4- 5,5
При выдерживании образцов во влажном грунте (100%-ная влажность):	
1 месяц 62-68	5,2 –5,4
3 месяца 50-52	5,0 – 5,2
6 месяцев 2,0-2,5	0,062-0,065
12 месяцев	Пленка разрушается
Коэффициент водостойкости (время экспозиции в питьевой воде, 1 месяц) – 0,20-0,25	

Обсуждение результатов. Как видно из таблицы, получаемые пленки оптимального состава (толщина 1 мм) обладают повышенной эластичностью (до 70 %) и достаточной прочностью - 5-6 МПа в начальном состоянии. При выдерживании в грунте при 100%-ной влажности в различные сроки 1, 3, 6, 12 месяцев свойства их резко изменяются в зависимости от времени

выдерживания. Так от 1 до 3 месяцев эластичность и прочность снижаются незначительно. Однако к 6 месяцам наступает резкий перелом в изменении свойств, в частности, эластичность и прочность падают в десятки раз, а к 12 месяцам пленки полностью гидролизуются, разрушаются и установить их свойства невозможно. Следовательно, пленки оптимального состава приобретают способность к саморазрушению в определенный срок выдерживания во влажном грунте.

Технология нанесения. Пленка может быть получена распылением раствора непосредственно на почву или растения как ручным, так и механизированным способом. Для нанесения мульчирующей пленки на грунты с ранними посевами (для достижения парникового эффекта) разработана технология механизированного нанесения защитного покрытия в полевых условиях

Полученные полимерные композиции могут быть использованы*:*

1. В сельском хозяйстве для получения мульчирующих пленок при защите семян от заморозков и бактерий.

2. Для наполненных композиций - при изготовлении горшочков для рассады и при формовании трубок сезонного использования в подпочвенном орошении (в мелиорации) с целью экономии расхода воды (на багарных почвах, горных склонах).

3. Для изготовления пленок в виде полотна для бытовых целей (мусорные мешки)

При гидролизе полученного материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений

Вывод. Таким образом, разработанная технология получения деградирующих пленок и композиционных материалов с регулируемой во времени растворимостью позволяет получать саморазрушающиеся в почве материалы. Получение таких материалов и пленок относится к одному из перспективных направлений в науке о полимерах и материаловедения последних лет – разработке принципов получения полимерных нанокомпозиционных материалов [5, 6]. Полученные результаты способствуют решению проблемы экономии расхода воды (пример водосберегающих технологий) и улучшению экологического состояния окружающей среды.

Литература

1. Amulya K. Saxena A. K., Benvenuto M., Marler J., Joseph P. Vacanti J. P. Skeletal Muscle Tissue Engineering Using Isolated Myoblasts on Synthetic Biodegradable Polymers: Preliminary Studies. // Tissue Engineering 1999. V. 5. №6. P.525 – 531.

2. Hodges G. M., Livingston D. C., Franks L. M. The localization of trypsin in cultured mammalian cells. \\ J.Cell Sci. 1973. V.12. P.887-902.

3. Курочкина Г.Н., Котлик С.И., Духовный В.А. и др. Полимерная композиция. Авт.св. СССР. № 1634683. Бюл. изобр. 1991. № 10.

4. Фрейдин А.С. и др. Прогнозированные свойства клеевых соединений древесины. М.: Лесная промышленность, 1980. С. 32-48.

5. Чвалун С.Н. Полимерные нанокомпозиты // Природа. 2000. № 7. С. 1–13.

6. Шпак А.П., Ю.А. Куницкий, В. И. Лысов. Кластерные и наноструктурные материалы. Киев: Академпериодика, 2002, 187 с.

УДК 628.34

ПРОЦЕССЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Куцевол М.А.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: r.kutzevol@yandex.ru

В работе исследованы различные флокулянта для обезвоживания осадка, выявлены оптимальные дозы и концентрации реагента, описан процесс влагоотдача в зависимости от дозы и концентрации . оценено удельное сопротивление, влажность образующегося осадка, а так же образующегося осадка.

Ключевые слова: осадки сточных вод, механическое обезвоживание, флокулянт, влажность, удельное сопротивление.

Процесс обработки осадка является важным этапом во всем процессе обработки сточных вод, требующий постоянного контроли и совершенствования технологии. Технология обезвоживания осадка для каждой очистной станции канализации (ОСК) обуславливается технологией предварительной обработки и технико-экономическим обоснованием. На ОСК г. Вологда для уплотнения избыточного активного ила существуют два радиальных илоуплотнителя. Избыточный активный ил с влажностью 99,2%, уплотняется до влажности 97%-98% затем подается в цех механического обезвоживания осадка где используется ленточный пресс-фильтр. К осадку добавляется флокулянт ZETAG 8180, с концентрацией раствора 0,1% и дозой 4 кг/т. сух. осадка (ТСО), подается на ленточный пресс-фильтр, в результате получается фильтрат, подающийся в голову сооружений и кек, отправляющийся на дальнейшую обработку.

Целью работы являлось снижение расходов на реагенты, выбор их оптимальной дозы и концентрации. Опыты проводились с реальными осадками, отобранными в цехе механического обезвоживания, для оценки были исследованы следующие флокулянты: PRAESTOL 650 (катионный), ПОЛИАКРИЛАМИД и PRAESTOL 2515 , ZETAG 8180 (анионные).

Эксперимент проводился следующим образом: брался определенный объем осадка к нему добавлялась доза флокулянта, на установке обезвоживания под вакуумом происходит процесс влагоотдачи, оценивалось удельное сопротивление, скорость выхода и мутность образовавшегося фильтрата, влажность кека.

Флокулянт ПОЛИАКРИЛАМИД и PRAESTOL 2515.

При добавлении разных доз анионных реагентов к осадку, процесс влагоотдачи не происходил. Так как катионные флокулянта действуют только на положительные коллоидные частицы, которыми являются минеральные частицы. В исследуемом осадке было обнаружено большое содержание железа 0,02 мг/л.

Флокулянт PRAESPOL 650.

Этот реагент достаточно хорошо влияет на влагоотдающие способности исследуемого осадка, но работает на более высоких дозах, что не является экономически эффективным реагентом.

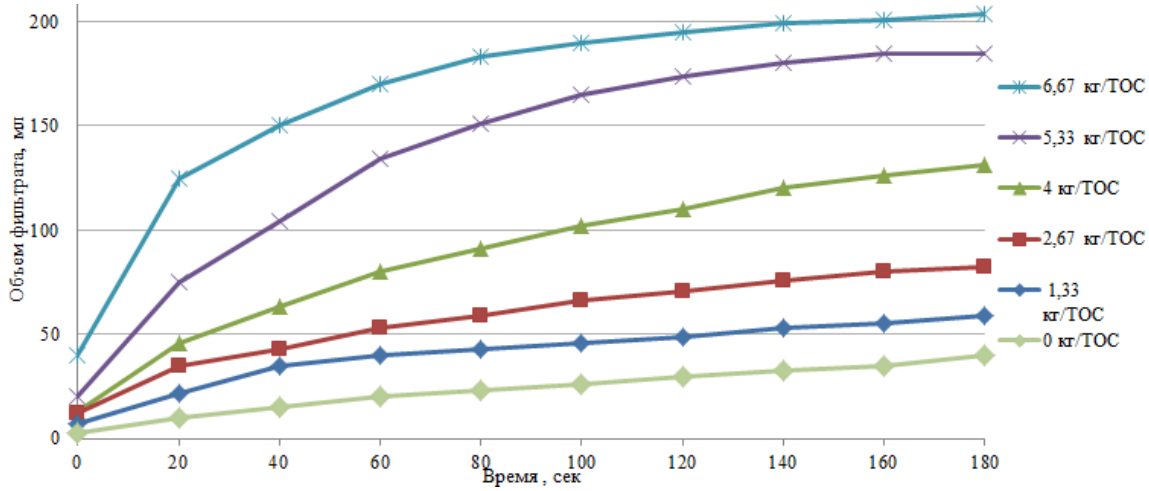


График 1- зависимость выхода фильтрата от дозы 0,1% раствора флокулянта PRAESPOL 650.

Флокулянт ZETAZ 8180.

Таблица 1- Таблица сводных данных

Доза флокулянта	Скорость выхода, мл/с	Влажность, %	Мутность, мг/л	pH
0	0,22	96,31	130,83	7,26
1,33	0,32	95,99	100	7,23
2,67	0,46	95,37	60,42	7,21
4	0,73	92,99	56,67	7,19
5,33	1,03	86,61	43,33	7,17
6,67	1,13	78,57	38,33	7,16

Исследование влияния действия данного флокулянта показало наиболее качественный процесс обезвоживания. На основе полученных данных был построен график зависимости выхода фильтрата от дозы флокулянта. На графике 2 видно, что без реагента процесс влагоотдачи протекает медленно, с равномерным выделением свободной воды. При

добавлении реагента, в первые секунды выделяется значительный объем жидкости, за которым следует почти незаметное увеличение объема фильтрата (2-3 мл/мин).

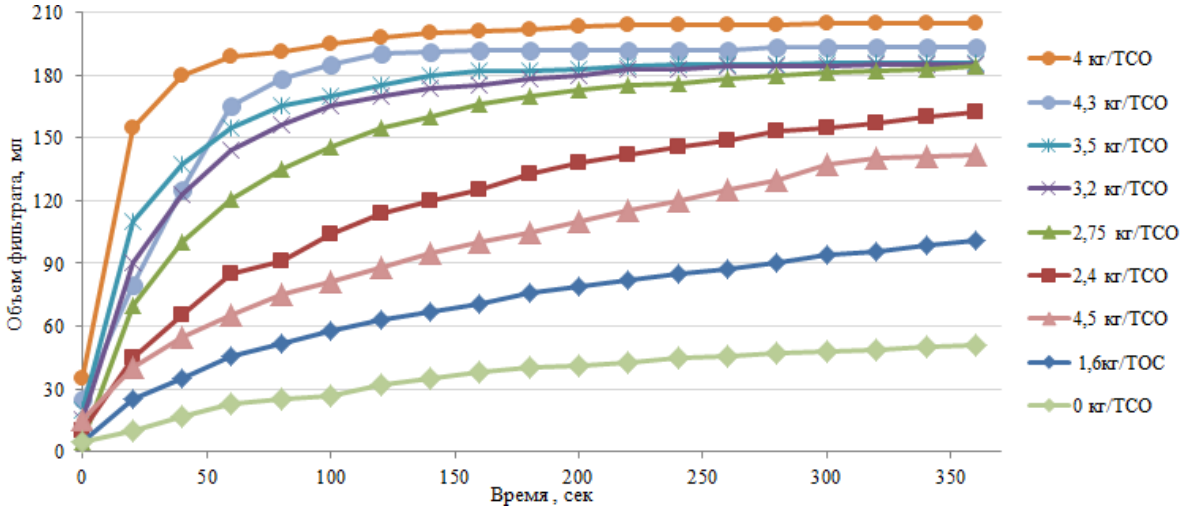


График 2- зависимость выхода фильтрата от дозы 0,1% раствора флокулянта ZETAZ 8180

В ходе исследования были определены: скорости выхода фильтрата, влажность обезвоженного осадка, и мутность фильтрата. Скорость выхода фильтрата определялась в момент времени, где высвобождался наибольший объем воды за промежуток времени, на 60-той секунде.

Влажность осадка определялась методом высушивания до постоянной массы при добавлении доз реагента от 2,27 до 3,6 кг/ТСО обезвоженный осадок удалось довести до плотной консистенции. Мутность фильтрата значительно снижается за счет применения флокулянта, показатель с 75 мг/л был доведен до 11,67 мг/л, значения определялись по методике.

Таблица 2 – Таблица сводных данных по показателям

ители	Доза флокулянта, кг/ТСО								
	0	1,33	2	2,27	2,67	2,9	3,3	3,6	4
Удельное сопротивление, $r*10^{-10}$ см/г	1401,4	385,4	186,8	116,8	140,1	163,5	186,8	192,7	198,5
Скорость выхода фильтрата, мл/с	0,38	0,76	0,45	0,68	0,83	1,14	1,26	1,36	0,39
Влажность обезвоженного осадка, %	96,09	94,81	91,58	88,1	88,5	88,7	88,75	87,42	90,2
Мутность фильтрата, мг/л	75	48,3	41,67	41,67	38,75	34,83	29,17	19,17	11,67

Правильный выбор концентрации флокулянта является не менее важным фактором в процессе обработки осадка. Поэтому так же были рассмотрены разные концентрации флокулянта ZETAZ 8180 – 0,1, 0,2 и 0,3%.

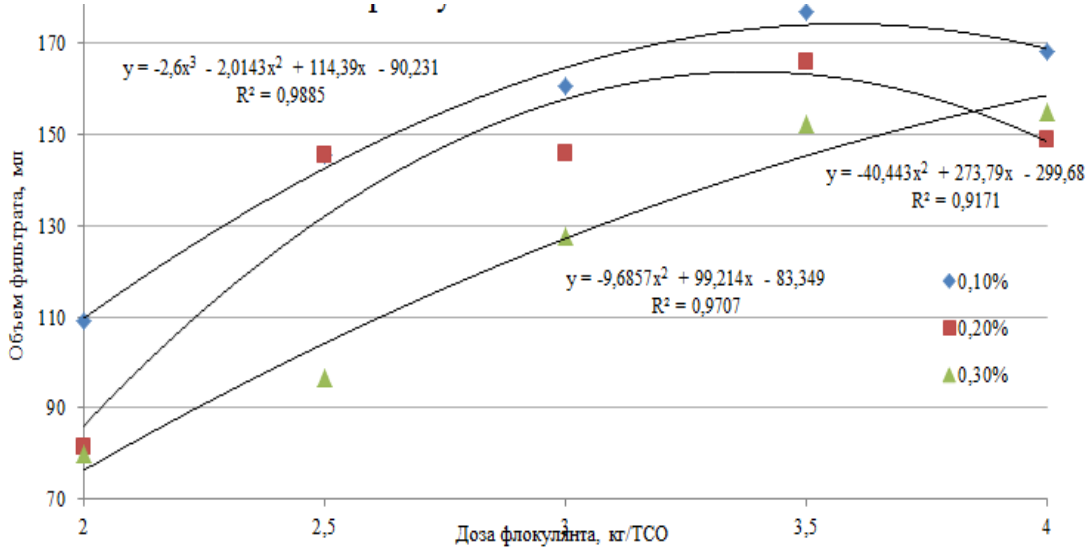


График 3- зависимость выхода фильтрата от концентрации флокулянта ZETAZ 8180

Таблица 3- Характеристики осадка и фильтрата при разных концентрациях флокулянта ZETAG 8180

Доза флокулянта, кг/ТСО	0,1%		0,2%		0,3%	
	Мутность фильтрата, мг/л	Влажность обезвоженного осадка, %	Мутность фильтрата, мг/л	Влажность обезвоженного осадка, %	Мутность фильтрата, мг/л	Влажность обезвоженного осадка, %
2	30,83	94,68	35	95,55	30	95,59
2,5	28,33	92,84	32,5	92,84	29,17	95,11
3	15,83	91,62	26,67	92,81	27,5	93,88
3,5	16,67	89,77	20,83	91,08	28,33	92,33
4	10,83	90,85	12,5	92,57	22,5	92,11

В ходе исследования были сделаны выводы:

– Наиболее эффективной как в экономическом так и в производственном плане является 0,1% концентрация исследуемого реагента.

– Исследование позволило установить зависимости разных доз флокулянта на влажность обезвоженного осадка, мутность и скорость выхода фильтрата.

– По характерным показателям фильтрата, и обезвоженного осадка сточных вод были выявлены оптимальные дозы флокулянта ZETAG 8180, 0,1% концентрации, применяемой на ОСК г. Вологды, – 4 кг/ТСО, и флокулянта PRAESTOL650, 0,1% концентрации раствора применяемого на ОСВ г. Вологды- 5,33 кг/ТСО.

– Изучение влияния различных концентраций флокулянтов на обезвоживание осадка показало, что наиболее эффективными являются меньшие концентрации реагента- 0,1%, 0,2% и 0,3%-ные растворы флокулянта ZETAG 8180 менее интенсивны при образовании флокул, снижении значения удельного сопротивления, мутности выделяющегося фильтрата и влажности обезвоженного осадка.

– Анионные флокулянты не способствуют флокулообразованию, и следовательно, эффективному обезвоживанию ОСВ г. Вологды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туровский И.С.. Обработка осадков сточных вод. "Стройиздат", 1982 г.

2. Пугачев Е.А.. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод — Москва: Изд-во АСВ, 2015. — 208 с.

УДК 608.2

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ПОЛЕЗНЫЙ ПРОДУКТ

Лесина М. Л.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, РФ

e-mail: blaze08@yandex.ru

В статье представлены экспериментальные исследования процессов компостирования местных органических отходов и сырья (осадка городских сточных вод, соломы злаковых культур, торфа, листового опада, окисленного угля, опилок) с получением полезного продукта – биоудобрения. Приведены сравнительные характеристики с применением конечного продукта.

Ключевые слова: биотехнология, экология, осадки городских сточных вод, отходы, компостирование.

Повышение плодородия почвы и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур являются важнейшей задачей сельскохозяйственного производства. Стабилизация запаса гумуса в почве определяется поступлением в нее органических веществ. В условиях сельскохозяйственного землепользования большая роль при этом отводится органическим удобрениям. Однако потребность в них удовлетворяется лишь на 30 % [3]. Традиционное органическое удобрение – продукт жизнедеятельности домашнего скота (навоз). В настоящее время его количества не могут полностью удовлетворить потребность в органических удобрениях.

В тоже время в окружающую среду поступает огромное количество не переработанных органических отходов, объемы которых слишком велики для естественной биодеградации, что ведет к загрязнению окружающей среды.

Органические отходы перспективно использовать для производства органических удобрений [2].

Состав органического сырья и отходов для получения органических удобрений различен: солома, опилки, древесная кора, торф, отходы боен, животноводческих ферм, птичий помет, сырой активный ил, угольный шлам.

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. В Российской Федерации за год образуется порядка 2 млн.

т таких осадков по сухому весу (при исходной влажности 98% их масса составляет порядка 100 млн. т).

В тоже время ОСВ перспективно использовать в сельском хозяйстве. ОСВ содержит 5,1 % азота, 1,6 % фосфора, 0,4 % калия. ОСВ по содержанию этих элементов не уступает навозу. Однако, в ОСВ содержатся патогенные организмы и токсичные элементы [1]. Поэтому использование его в не переработанном виде недопустимо.

Перспективно готовить компосты из смеси ОСВ с влагопоглощающими органосодержащими материалами (например, опилки, лигнин, кора, солома злаковых культур), которые также являются массовыми отходами сельского хозяйства, деревообрабатывающей промышленности

Целью исследований стало разработать и внедрить технологии переработки местных органических отходов методом ускоренного управляемого вермикомпостирования с получением продукта, пригодного для дальнейшего использования.

Технология основана на использовании живых организмов, обитающих в природе, для переработки отходов, таких, как осадок городских сточных вод (ОСВ), куриный помет, свиной навоз, городской мусор, угольный шлам, отходы сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности – солома, опилки, а также сапропель, торф и другое углеродсодержащее сырье.

Проводится направленное управление биообъектами, стимуляция их деятельности путем создания оптимальных условий для их роста и развития. Это позволяет не нарушать естественные круговороты веществ, не вносить в среду новые для нее объекты, как в случае с методами генной инженерии. Технологии защиты окружающей среды, основанные на свойствах живых организмов утилизировать ксенобиотики, до сих пор не находят широкого применения на практике. В то же время именно такие технологии являются наиболее перспективными в связи с хорошей включаемостью в естественные природные циклы.

В разработанной технологии мы используем живые объекты – дождевых червей и сапрофитные микроорганизмы для процесса трансформации ОСВ и других органических отходов в биоудобрение (биогумус или Биогум-М).

Применение разработанной технологии позволит улучшить экологическое положение в городе и регионе, создать новые рабочие места, повысить поступление налогов в бюджет и принести прибыль инвестору.

Изучена возможность применения полученного биогумуса (конечного продукта) при выращивании кукурузы, томатов и картофеля.

В таблицах 1 и 2 приводится характеристика прироста кукурузы и урожая картофеля, выращенных с применением биогумуса, приготовленного на основе ОСВ и торфа. Общий

урожай с экспериментального участка составил 52 початка кукурузы, с контрольного – 31 початок.

Таблица 1.

Тип культуры	Высота рассады перед высадкой в грунт, см		Промежуточный замер высоты растений, см		Прирост урожая, %
кукуруза	с биогумусом	без биогумуса	с биогумусом	без биогумуса	67,7
	46,5±3,03	34,4±2,94	114,9±5,98	94,0±4,66	

Таблица 2.

Вариант (картофель)	Общая масса клубней с одного куста, кг	Количество клубней в одном кусте, штук	Средняя масса одного клубня, г
Контроль	2,33±0,49	18,5±4,95	123,83±54,64
Опыт	2,87±0,61	19±4,58	199,27±62,65

Прибавка урожая картофеля составила 18,8 %. При этом количество клубней в кусте в опытных вариантах и контрольных не отличалась, а увеличивались масса и размеры клубней.

На сегодняшний день, биоудобрения, аналогичные предлагаемому, производятся из навоза крупного рогатого скота (КРС), конского навоза. Разрабатываемая нами технология основана на переработке доступного осадка городских сточных вод и других местных отходов, что является решением экологической проблемы города с получением полезного продукта, не уступающего дорогостоящим аналогам. Конкуренция на данном рынке присутствует, но конкурентные продукты в основном производятся из навоза КРС и напрямую зависят от его стоимости. А в связи с ежегодным его подорожанием, цена конечного продукта (биогумуса) растет, и количество потребителей снижается.

В Кемеровской области цена навоза КРС для розничных потребителей колеблется 6-7 т. р. за кузов «Камаза» (около 5 т), соответственно, биогумус у конкурентов дороже, что делает его невыгодным для основного слоя розничных потребителей (пенсионеры-дачники), и, соответственно, оптовиков.

Конечный продукт будет значительно ниже по стоимости (как опт, так и розница), не уступая в качестве, что станет основным пунктом для привлечения покупателей.

Покупатели – предприятия угольной промышленности и садоводческие питомники (для рекультивации земель), городское хозяйства (продажа биоудобрения (для клумб, посадки деревьев), предприятия сельского хозяйства (продажа биоудобрения), садоводы-любители, рыбаки (продажа червей).

В Кемеровской области порядка 100 тыс. га земель, которым требуется рекультивация. Получаемое биоудобрение перспективно использовать для восстановления таких земель. На

сегодняшний день в Кемеровской области отсутствует производство биоудобрений из органических отходов в промышленных масштабах. Этот сегмент рынка остается незанятым.

Разрабатываемая биотехнология позволит получать из отходов (ОСВ, городского мусора, соломы и т.д.) качественное удобрение - (биогумус), что является актуальным для решения проблемы переработки отходов, повышения плодородия почв и рекультивации нарушенных земель.

Литература

1. Благовещенская З. К., Грачева Н. К., Могиндович Л. С., Гришина Т.А. Утилизация осадка городских сточных вод // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 10. – С. 73–76.

2. Васильев В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. В. Филиппова. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 124-125.

3. Преображенский К. И. Биологическая утилизация древесины на мелиорируемых землях / К. И. Преображенский. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 3.

УДК 504.75.05

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ

Машихина Ю.В.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: mashihina1991@mail.ru

Аннотация. Река Ягорба является важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Череповца Вологодской области. Сбросы загрязняющих веществ в реку превышают 38 тыс. тонн в год. Основными источниками загрязнения являются стоки промышленных предприятий и животноводческих комплексов. В работе проанализирована динамика химического загрязнения и токсичности вод исследуемой реки, установлены приоритетные загрязнители вод водотока. В водах реки были обнаружены повышенные концентрации соединений цинка, меди, железа и органических веществ, а также хлорорганических пестицидов.

Ключевые слова: река, загрязнение, экология, токсичность, сточные воды

Река Ягорба является важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Череповца, падает в Шекснинский русловый участок Рыбинского водохранилища. По данным государственного водного реестра России относится к Верхневолжскому бассейновому округу. Длина реки – 53 км, водосборная площадь – 458 км^2[1]. Сбросы загрязняющих веществ в реку превышают 38 тыс. тонн в год. Основными источниками загрязнения являются стоки промышленных предприятий и животноводческих комплексов («Ботово», Фанера – мебельный комбинат, Спичечная фабрика, Судоремонтный завод) [2].

Цель настоящего исследования – комплексный экологический анализ состояния реки Ягорба. В работе проанализирована динамика химического загрязнения и токсичности вод исследуемой реки, установлены приоритетные загрязнители вод водотока.

Исходными данными для исследования динамики химического загрязнения послужили величины удельного комбинаторного индекса загрязнения вод (далее УКИЗВ), опубликованные в Докладах о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области с 2006 по 2014 гг. [2]. Данные о содержание приоритетных загрязнителей в водах водотока также приведены в Докладах.

Оценка токсичности проб проводилась методом биотестирования [3-6]с использованием инфузорий Paramecium Caudatum в автоматическом режиме на программно-аппаратном комплексе «БиоЛАТ». При экспозициях в течение 72 часов определялся прирост количества

инфузорий, который характеризовал выживаемость. Количественная оценка токсичности выражалась в виде безразмерной величины – индекса токсичности [7]. Пробы воды для проведения биотестирования были отобраны в апреле 2014 года в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000: Вода. Общие требования к отбору проб.

Река Ягорба относится к Четвертому классу качества (категория «грязная») поверхностных вод по УКИЗВ. За период с 2006 по 2014 гг. в пункте наблюдения р. Ягорба, г. Череповец наблюдалось увеличение УКИЗВ, что свидетельствует об ухудшении качества вод данного водотока.

Характерными загрязняющими веществами вод реки являются соединения меди, цинка, железа, марганца и органические вещества (рисунок 1).

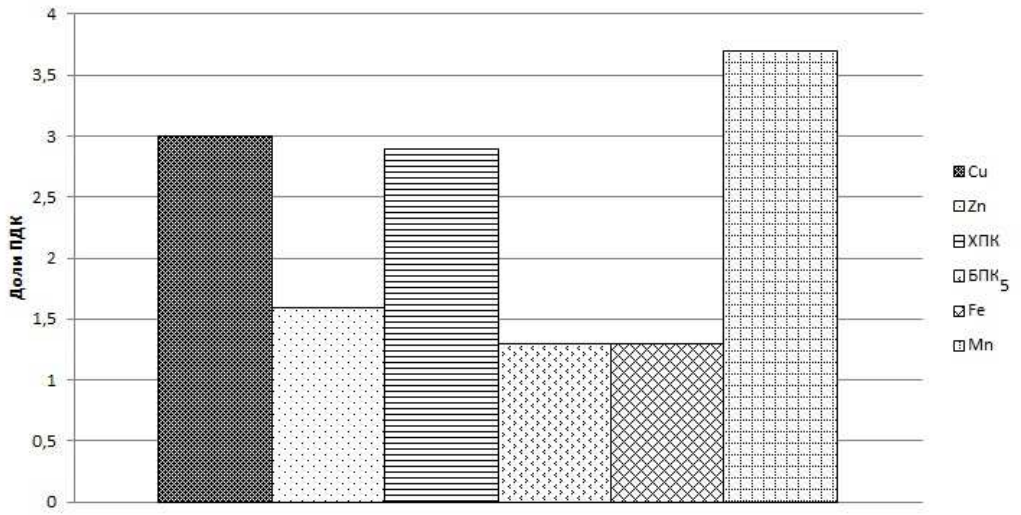


Рисунок 1 – Основные загрязняющие вещества, превышающие ПДК.

По результатам биотестирования с использованием инфузорий Paramecium Caudatum было выявлено, что воды реки Ягорба характеризовались умеренной степенью токсичности (Т=0,39).

В результате комплексной оценки экологического состояния реки Ягорбы было установлено, что воды реки подвергаются усиливающемуся антропогенному воздействию. В водах реки были обнаружены повышенные концентрации соединений цинка, меди, железа и органических веществ, а также хлорорганических пестицидов. Содержание данных соединений в водотоке можно объяснить воздействием сточных вод с территории города Череповца и влиянием сельскохозяйственных комплексов Череповецкого района: ООО «Птицефабрика «Парфеново», свиноводческой фермы ЗАО «Ботово». Повышенное содержание соединений меди, железа и органических веществ обусловлено природными особенностями водотоков Вологодской области [2].

Библиографический список

1. Государственный водный реестр. Режим доступа: http://www.textual.ru/gvr/.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2012 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области – Вологда, 2013. – 260 с.

3. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

4. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

5. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С. Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

6. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

7. Рахлеева А.А., Терехова В.А. Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий Paramecium caudatum Ehrenberg. ФР.1.39.2006.02506. – Москва: МГУ, 2006. – 30 с.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

ВОЗМОЖНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ БЕЛЫМ ФОСФОРОМ

Миндубаев А.З. [1]***, Волошина А.Д.*** [1]***, Кулик Н.В.*** [1]***, Валидов Ш.З.*** [2]***, Яхваров Д.Г.*** [1]

[1] *ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань, РФ*

[2] *ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, РФ*

e-mail: mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru

Аннотация. Впервые показана возможность биодеградации белого фосфора. Произведены посевы микроорганизмов в синтетические культуральные среды, содержащие белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. В данных средах микроорганизмы росли и не испытывали фосфорное голодание. Это первый в мире пример включения белого фосфора в биосферный круговорот элемента фосфора. Показан рост устойчивости культур в результате направленной селекции.

Ключевые слова: биодеградация, белый фосфор, Streptomyces sp. A8, Aspergillus niger AM1, Trichoderma asperellum F-1087, осадки сточных вод, культуральные среды, рост устойчивости.

Белый фосфор P_4 является одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды [1]. Тем не менее, он широко применяется в промышленности, являясь одним из наиболее востребованных соединений при производстве фосфорных удобрений, лекарств, полимеров и ряда других практически значимых веществ и материалов. Поэтому, не исключается попадание белого фосфора в окружающую среду. Таким образом, разработка методов детоксикации и деградации P_4 в окружающей среде, применимых крупномасштабно, является актуальной задачей современной науки. У элемента фосфора есть уникальное качество – будучи сильнейшим ядом в виде простого вещества, в окисленном состоянии он абсолютно необходим для всех форм жизни. Таким образом, возможна его полная детоксикация [2, 3]. Целью настоящего исследования являлась переработка белого фосфора при помощи микроорганизмов.

Нами впервые произведен посев устойчивой микрофлоры в искусственную культуральную среду, содержащую в качестве единственного источника фосфора белый фосфор, и наблюдался рост в этой среде. Посевы производились в модифицированную среду Придхем-Готлиба. Классическая среда Придхем-Готлиба не содержит источники

углерода: в качестве таковых выступают нефтепродукты. Наша модификация включает глюкозу, но не содержит источники фосфора (в качестве такового выступает белый фосфор). Белый фосфор перед внесением в среды был эмульгирован в воде при помощи ультразвукового эмульгатора “Сапфир” (рабочая частота 35 кГц, 30 мин) при температуре 50°С в инертной атмосфере (азот) до образования однородной эмульсии со средним диаметром сферических частиц менее 0.1 мм. Далее эмульсия P_4 вносилась в субстраты пипеткой при перемешивании: ее объем соответствовал рассчитанной конечной концентрации белого фосфора в субстрате.

Посев *Aspergillus niger*, споры которого были внесены вместе с белым фосфором, производили в аналогичную среду, источник фосфора в которой – белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. В контрольные среды К (+) вносился фосфат. В контрольные среды К (-) источники фосфора не вносились. Белый фосфор эмульгировали в стерилизованной автоклавированием дистиллированной воде. Произвели посев выросших *A. niger* в контрольные среды К (+) и К (-). Второй пересев *A. niger* произведен в среды аналогичного состава, третий - в среды с увеличенной концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Аналогично был произведен посев *Streptomyces* sp. A8. Четвертый пересев проводился в среды с концентрацией белого фосфора 0.5 % по массе. После следующих 60 дней штаммы пересевали на более высокие концентрации P_4 0.5, и 1%.

Посев *Aspergillus niger* и *Streptomyces* sp., производили в среду, в которой единственный источник фосфора – белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. Рост аспергилла стал неожиданностью. По всей видимости, споры плесневого гриба попали в среды с навесками белого фосфора, стерилизовать который автоклавированием слишком опасно. В контрольные среды К (+) вносился фосфат. В контрольные среды К (-) источники фосфора не вносились. Через пять суток произвели посев выросших *A. niger* в контрольные среды К (+) и К (-). Второй пересев аспергилла был произведен в среды аналогичного состава. В средах с 0.01% белого фосфора выросло множество мелких колоний *A. niger*, а в средах с 0.05% - меньшее число колоний, но более крупных. По всей видимости, это означает, что в среде с большей концентрацией ксенобиотика не все споры смогли прорасти. Пересеяли культуру *A. niger*, выросшую в 0.05% белого фосфора, в контрольные среды К (+) и К (-). В среде К (-) без источников фосфора колонии выросли немногочисленные, занимающие сравнительно большую площадь, но очень слабые (практически прозрачные, с неразвитым мицелием). По всей видимости, сказалась нехватка фосфора. Любопытно, что в среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем в К(+), однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицит питательных веществ. Отсюда следует вывод, что в среде с белым фосфором выживают не все споры гриба, но

выжившие обладают способностью использовать в качестве источника фосфора либо сам белый фосфор, либо продукты его химических превращений. Третий пересев был произведен в среды с более высокой концентрацией белого фосфора, 0.05, 0.1 и 0.2% P_4, с целью адаптации гриба к ней, четвертый – 0.5 %. Тем не менее, даже при столь высоком содержании белого фосфора в среде на четвертый день после посева наблюдался рост колоний гриба, хотя и медленный. Результаты посева позволяют заключить, что черный аспергилл переносит присутствие белого фосфора в среде даже в концентрации 0.5%. Стрептомицет *Streptomyces* sp., также отлично выдерживает концентрации P_4 вплоть до 0.2%.

Третий пересев *Streptomyces* sp. впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет представлял собой субстратный мицелий. На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, на которой рос аспергилл, составляла 0.5%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких пересевов выработал значительно большую устойчивость по сравнению с изначальной. *T. asperellum* F-1087 в среде с 1% белого фосфора тоже начала расти на 27 сутки. На меньших концентрациях белого фосфора аспергилл и триходерма уже интенсивно растут. На 44 сутки аспергилл и триходерма уже сформировали значительный по объему субстратный мицелий в среде с 0.5% белого фосфора: он имеет вид бесцветной хлопьевидной массы в толще среды. К формированию воздушного мицелия и спороношению они еще не приступили. В среде с 1% белого фосфора грибы на 44 сутки тоже сформировали субстратный мицелий, но заметно меньшего размера (налицо отставание в развитии). *S.* sp. в среде с 0.5% белого фосфора на 44 сутки к спороношению еще не приступил. Четвертый пересев стрептомицетов продемонстрировал дальнейший рост устойчивости. На четвертые сутки рост стрептомицетов наблюдался в среде с 1% белого фосфора! Данная концентрация соответствует превышению ПДК белого фосфора в сточных водах в 5000 раз [5]! Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявили именно стрептомицеты. Через пять последовательных посевов их устойчивость возросла пятикратно. Грибы растут и адаптируются медленнее (у аспергилла после восьми посевов устойчивость выросла вдвое), однако их устойчивость изначально была выше, чем у актиномицетов, особенно у триходермы [3].

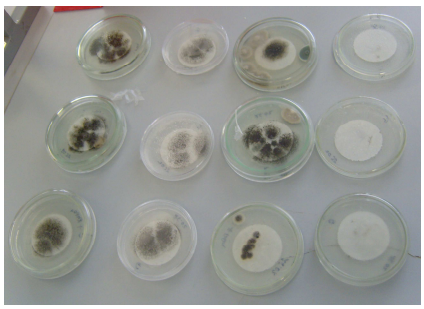


Рис. Первый пересев устойчивых *A. niger* АМ1 в четыре варианта среды. Ряд крайний справа – среда без источников фосфора; второй справа – с фосфатом; второй слева – с белым фосфором (0.2%) и крайний слева – с 0.2% P_4 и фосфатом. Пояснения в тексте. Снимок сделан через 11 суток после посева.

Посев *Aspergillus niger* АМ1 в среду, содержащую сразу два источника фосфора – классическая смесь гидрофосфата и дигидрофосфата, и белый фосфор, вызывает большой интерес. Эксперимент был усложнен по сравнению с предыдущими. Посев производился не в трех, а в четырех вариантах: без источников фосфора, с фосфатом, с 0.2% белого фосфора и, четвертый вариант – с 0.2% P_4 и с фосфатом (в той же концентрации, что во втором варианте). На 12 сутки после посева *A. niger* АМ1 наблюдалась следующая картина. В средах без источников фосфора рост практически не наблюдается. В средах с фосфатом аспергилл хорошо растет и спороносит, однако культура не чистая, помимо черных колоний аспергилла присутствуют колонии других микроорганизмов. В средах с 0.2% белого фосфора колонии аспергилла имеют бледно-серый цвет (пониженная фертильность). Очень интересный результат показал четвертый вариант посева – с белым фосфором и фосфатом. Колонии растут очень хорошо, даже более развитые, чем в среде с фосфатом, причем выросла чистая культура (рис.). То есть медленный рост аспергилла в среде с белым фосфором объясняется не токсичностью последнего для данного штамма, а исключительно его труднодоступностью как источника фосфора! А конкуренция с другими видами сильнее тормозит рост, чем присутствие белого фосфора.

Список литературы

1. Toxicological profile for white phosphorus // U.S. Department of health and human services. - USA. – 1997. – p. 248.

2. А.З. Миндубаев, А.Д. Волошина, Е.В. Горбачук, Ш.З. Валидов, Н.В. Кулик, Ф.К. Алимова, С.Т. Минзанова, Л.Г. Миронова, Д.Е. Белостоцкий, К.А. Сапармырадов, Р.И. Тухбатова, Д.Г. Яхваров. Адаптация микроорганизмов к белому фосфору, как результат направленной селекции. Генетическая идентификация устойчивого аспергилла и метаболическое профилирование стрептомицета А8 // Бутлеровские сообщения. - 2015. - Т. 44. - № 12. – С. 1-28.

3. А.З. Миндубаев, А.Д. Волошина, Е.В. Горбачук, Н.В. Кулик, Ф.К. Алимова, С.Т. Минзанова, Л.Г. Миронова, К.А. Сапармырадов, Х.Р. Хаяров, Д.Г. Яхваров. Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // Бутлеровские сообщения. - 2015. - Т. 41. - № 3. – С. 54-81.

4. J.C. Barber. Processes for the disposal and recovery of phossy water // Патент US5549878, заявлен: 24 мая 1995, выдан: 27 августа 1996.

УДК 631.4

МИГРАЦИЯ МАКРО- И МИКРО- ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ» ГОРОДСКОГО ПАРКА (НА ПРИМЕРЕ Г. ПУЩИНО)

Пильгуй Л.С.,[1] Кудреватых И.Ю.,[1,2], Вагапов И.М.,[1,2] Калинин П.И. [2]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пущинский государственный естественно-научный институт», Пущино, РФ

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, Пущино, РФ

e-mail: lida-vasileva-94@mail.ru

В Зелной зоне, г. Пущино выбрали 5 участков с разным типом деревьев, где отбирали почву и опад. В них измеряли содержание Ca, K, Fe, Al, S, Mg, Ti, P, Mn, Si рентгено - флуоресцентным методом, гранулометрический состав и pH почв. Выявили, что миграция Fe, S, Si в профиле почв ассоциирована с ее pH, а Fe, K, Al, Mg - с илистой фракцией. Ca, S, P, Mn опада зависят от биогенного накопления, определяющееся видом дерева. Содержание в почве Ti, Fe и Al положительно коррелирует с их содержанием в опаде.

Ключевые слова: парк, миграция элементов, почва, растения

ВВЕДЕНИЕ

Современные темпы урбанизации определяют актуальность исследований экологического состояния городов, в частности, их компонентов с ключевыми средообразующими и защитными функциями, такие как растительность и почвенный покров [1]. Накопленный к настоящему времени научный материал по сопряженному исследованию леса и почвы позволяет в общем охарактеризовать взаимосвязь между лесорастительными и почвообразовательными процессами. Однако многократная смена наземной растительности за время жизни почвы и отсутствие синхронности данных процессов часто не позволяют выявить роль вида дерева в формировании органо - минерального профиля почв. В городах при образовании парковых зон в едином экологическом местообитании (в том числе и на одной почве) сажают одновозрастные деревья разного видового состава, это позволяет проводить сопряженные исследования по влиянию разных видов деревьев на аккумуляцию и миграцию элементов в профиле однотипных почв. Так же взаимосвязанные исследования почв и древесных растений способствует оценке интенсивности техногенной нагрузки и степени нарушения экологического состояния в городе [2]. В этой связи целью данного

исследования является оценка влияния физико – химических свойств почвы и вида деревьев на миграцию микро- и микро элементов в системе «растение – почва» в условиях городского парка.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучена западная часть парка «Зеленая зона», который расположен в центре г. Пущино, Московская обл. Парк был образован на пахотной серой лесной почве 45 лет назад, деревья посажены квадратно-гнездовым способом на расстоянии 45 см друг от друга. Всего было выбрано 4 точки, древесной ярус которых представлен *Betula pendula*, *Larix occidentalis*, *Pínus sylvéstris* и *Quércus róbur*. Отдельно в качестве фонового сравнения проводили исследования на лугу.

Методы. Под каждым видом дерева и фоновом лугу почвенные образцы отбирали через 10 см по всему профилю почвы, а так же смешанный образец опада (подстилка отсутствовала) и под ним же почвы из верхнего гумусового горизонта (0-20 см). В почве и опаде определяли содержание Ca, K, Fe, Al, S, Mg, Ti, P, Mn, Si рентгено - флуоресцентным методом. В почве дополнительно определяли гранулометрический состав и pH.

Для оценки поглощения и биогенной аккумуляции химических элементов растительностью использовали коэффициент биологического поглощения (Ax), который представляет собой отношение содержания элемента в растении к его содержанию в породе или почве, кларку литосферы. Статистическая обработка данных заключалась в непараметрическом корреляционном и многофакторном анализе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Почва. В гранулометрическом составе почвы под пятью разными видами растительности преобладала (32 - 47 %) фракция крупной пыли (0.05-0.01 мм). По сравнению с почвообразующей породой верхние горизонты обеднены илистой фракцией и, напротив, обогащены фракцией среднего-мелкого песка (250-50 мкм) и в меньшей степени - крупного песка. Серая лесная почва изученных точек имела pH 6.3-8.1 с уменьшением ее кислотности с глубиной. При чем под березой, лугом и сосной среда была нейтральной (6-6.8), а под дубом и лиственницей (6.3-8.1) – переходящая в профиле от нейтральной к слабощелочной.

Содержание K, Fe, Al, Ti и Mg в профиле изученных почв распределялось по иллювиальному тип, а Si, S, P, Mn - по аккумулятивному типу. Для Ca характерного типа распределения в профиле изученных почв под пятью видами растительности не обнаружено.

Корреляционный анализ выявил прямую значимую связь между pH почв и содержанием в ней Fe ($r = 0.53$ $p \geq 0.05$), но обратную с S и Si ($r = -0.62$ и -0.50 соответственно при $p \geq 0.05$). Многофакторный корреляционный анализ распределения изученных элементов в профиле с

почвенными фракциями выявил корреляционную взаимосвязь между илистой фракцией и содержанием в ней Fe, K, Al и Mn, что согласуется с литературными данными [3]. Биогенные элементы – S, Mg и P образовали отдельную группу, которая как мы предположили в большей мере определяться типом растительности, а не гранулометрическим составом почвы [4].

В серой лесной почве парка (0-20 см, смешанный образец) показано, что Ca, Mn, Si имеет максимальные концентрации под лиственницей, Fe, Al, Mg – под сосной, S – под дубом, а под березой – Ti. Коэффициент вариации содержания изученных элементов в почве показал его значения < 20%, что характеризует низкую вариабельность их содержания в верхнем минеральном горизонте почв изученного парка.

Растительность. Содержание изученных элементов в опаде пяти растительных видов убывает в следующем ряду:

Береза: Ca>Al>Fe>K> Mg>P>S>Ti>Mn

Луг: Ca>K>Al>Fe>Mg>P>S>Ti>Mn

Сосна: Ca>Al>K>Si>Fe>Mg>S>P>Ti>Mn

Дуб: Ca>K>Al>Mg>Fe>P>S>Mn>Ti

Лиственница: Ca>Al>Fe>K>Mg>Ti>P>S>Mn

Высокий коэффициент вариации (40-80 %) концентрации в опаде пяти исследованных видов растительности выявлен для следующих элементов: Fe, Al, Ti, K, Mn. На наш взгляд, это указывает на их высокую вариабельность в пределах объекта исследования. Однако статистическая оценка (тестом Стьюдента, t-test) значимости различий между исследованными точками в парке по совокупным критериям содержании элементов в опаде не выявил их достоверного различия.

Расчет коэффициента биологического поглощения элементов для опада изученных типов деревьев и луговой растительности, показал что аккумуляция (A_x > 1) в верхнем минеральном горизонте почвы характерна для Ca, S и P, а под дубом еще и для Mn, что согласуется с результатами многофакторного анализа для профиля изученных почв и литературными данными [5]. Статистический анализ (дисперсионный Спирмана) показал наличие обратной значимой связи между содержанием в опаде и почве Fe ($r = -0.74$, $p > 0.05$) и Al ($r = -0.69$, $p > 0.05$), для Ti выявлена значимая прямая зависимость ($r = 0.77$, $p > 0.05$).

ВЫВОДЫ

Выявлено, что миграция железа, серы и кремния в профиле серой-лесной почвы, исследованных точек парка, ассоциирована с ее pH. Основной вклад в миграцию Fe, K, Al и

Mg в профиле почв оказывает илистая фракция. Другие фракции корреляционных зависимостей с распределение элементов в профиле изученных почв не показали.

Миграция Ca, S, P и Mn в основном определяется биогенным накоплением ($A_x > 1$), которое зависит от вида дерева. Содержание в верхнем горизонте изученных почв Ti, Fe и Al показало наличие корреляционной взаимосвязи с химическим составом опада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pickett S.T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M., Nilon C.H., Pouyat R.V., Zipperer W.C., Costanza R. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical and socioeconomic components of metropolitan areas. Annual Review of Ecology and Systematics. 2001. P. 127- 157. doi:10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114012

2. Шергина О.В., Михайлова Т.А. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска / Отв. ред. Ю.М. Семенов. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН. 2007. 200 с.

3. Добровольский В.В. Гипергенез и коры выветривания. Избранные труды. Том 1. М.: Научный мир. 2007. 512 с.

4. Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O. Urban ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin. 1998. doi:10.1007/978-3-642-88583-9.

5. Базилевич Н. И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем / Отв. ред. Ю. А. Исаков. М.: Наука. 1986. 296 с.

УДК 504.06

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПИРОЛИЗА АВТОШИН И ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Попов В. С.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва, Кемерово, РФ

e-mail: vasiliywinter@gmail.com

Аннотация. В данной статье раскрываются эколого-экономические проблемы утилизации изношенных шин в России методом низкотемпературного пиролиза. Предлагается получение композитного топлива на основе твердого остатка пиролиза автошин с применением вторичного полимера как связующего.

Ключевые слова: утилизация шин, пиролиз, углеродный остаток, композитное топливо, связующее, вторичные полимеры.

На сегодняшний день одним из главных факторов, загрязняющих окружающую среду в мире, является рост количества отработанных шин. С каждым годом количество пневмоколесного транспорта на душу населения увеличивается, что приводит к появлению огромного количества отработанных шин. В России данная проблема имеет высокий уровень актуальности. В нашей стране ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин [1,2].

Отработанные шины крайне огнеопасны, и в случае возгорания температура их горения близка температуре горения каменного угля. При горении шин, в атмосферу выбрасываются вредные продукты сгорания, в том числе канцерогены. В тоже время отработанные шины являются ценным источником вторичного сырья и могут быть использованы для производства альтернативного топлива. В мире существует множество методов переработки отработанных шин: сжигание, переработка в крошку, захоронение, восстановление, пиролиз [3]. Наиболее перспективным из ныне известных методов является термическое разложение углеводородного сырья или так называемый пиролиз [4]. Продуктами данного метода являются: газ, жидко топливная фракция, углеродосодержащий остаток и металлокорд. Наибольший интерес из продуктов пиролиза представляет твердый остаток – низкокачественный углерод. Он имеет повышенную зольность, низкое усиливающее действие и загрязнен серой. В работах Папина А.В. и др. предлагается получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин. Доказано,

что твердый остаток пиролиза после специализированных методов очистки можно использовать для получения брикетированного топлива [5].

Нами разрабатывается состав и способ получения формованного топлива из твердого остатка пиролиза автошин, обогащенного методом масляной агломерации, путем брикетирования со связующим. При сжигании топливных брикетов повышается на 25-35 % КПД топочных устройств, снижаются на 15-20 % выбросы сернистого газа, более чем в 2 раза − выбросы твердых веществ с дымовыми газами [5]. Учитывая эти факторы, становится очевидным перспективность перевода котельных на топливные брикеты, при этом существенное изменение конструкций топок не потребуется. Освоение производства топливных брикетов в значительной мере повышает эффективность использования топлива за счет ресурсосбережения. В качестве связующего при брикетировании нами предлагается использовать вторичные полимеры. По нашему мнению, наиболее подходящим связующим для композитного топлива из твердого остатка пиролиза автошин являются отходы вторполимеров – полиолефинов (ПЭВД, ПЭНД, ПП) и полиэтилентерефталат.

Результаты анализа технического углерода приведены в табл. 1. Данные выхода летучих веществ (ГОСТ 6382-2001), зольности (ГОСТ 11022-95 (метод медленного озоления) и влажности (ГОСТ 11014-2001) были определены по изменению массы навески. Из-за присутствия присадок в резине технический углерод довольно токсичен, поэтому без переработки он не применяется ни как сорбент, ни как топливо, но исходя из данных работы, его можно применять для создания брикетированного топлива.

Таблица 1

Результаты анализа углеродосодержащего остатка пиролиза автошин

Объект испытания	Определяемый компонент	Содержание компонента, % мас.
Низкокачественный технический углерод	Содержание влаги (W^a, % мас.)	0,68-2,2
	Зольность (A^d, % мас.)	25,0
	Выход летучих веществ (V^{daf}, % мас.)	10,8-15,0

Далее твердый остаток пиролиза автошин измельчался до крупности частиц 0,3 мм, обогащался на установке методом масляной агломерации для получения глубоко обогащённых концентратов. После концентраты смешивались с жидкой фракцией пиролиза автошин в соотношении 95:5. Зольность полученных концентратов не превышала – 5,5 % мас., из чего следует, что полученный концентрат можно использовать в энергетике, характеристики концентра представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики концентрата на основе твердого остатка пиролиза автошин

A^d, % мас.	4,0-5,5
W^a, % мас.	5,5-6,5
V^{daf}, % мас.	10,0-15,0
Q_s^r, ккал/кг (теплота сгорания)	4650-5500
S^d_t, % мас. (сернистость)	0,4

Полученный обогащённый концентрат смешивали со связующим вторичным полимером (полиэтилен), 8-9% к массе исходного концентрата, после загружали в пресс форму и помещали в муфельную печь и выдерживали в течении 30 минут под воздействием температуры в 170°С для полного расплавления связующего полимер, после помещали пресс форму под пресс и плавно доводили нагрузку до 100 кгс/см² и на выходе получали прочный брикет рис.

Рис. Образец брикетированного топлива

Был проведён технический анализ полученного брикета. Результаты технического анализа приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты технического анализа брикета

Определяемый компонент	Содержание компонента
Содержание влаги (W^a, % мас.)	2,5-3
Зольность (A^d, % мас.)	4,5-7
Выход летучих веществ (V^{daf}, % мас.)	10,0-15,0
Q_s^r, ккал/кг (теплота сгорания)	5800-6000
S^d_t, % мас. (сернистость)	0,4

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о перспективности данного топлива и целесообразности проведения дальнейших исследований по данной технологии.

Список литературы

1. Тарасова, Т.Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т.Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 2-2. – С. 130-135.

2. Вольфсон С.И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С.И. Вольфсон, Е.А. Фафурина, А.В. Фафурин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74-79.

3. Максимов, М.А. Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации // Автотранспортное предприятие, 2003. – № 12. – С. 39-41.

4. Лисовский В.А. Переработка утилизированных шин – энергоэффективное мероприятие // Проблемы сбора, переработка и утилизация отходов: Сб. научн.статей. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. – С.150–154.

5. Папин А.В. Получение композиционного топлива на основе технического углерода пиролиза автошин / А.В. Папин, А.Ю. Игнатова, Е.А. Макаревич, А.В. Неведров // Вестник КузГТУ. – № 2. – 2015. – С. 107-113.

УДК 631.48:631.437.8:551.89

ПЕТРОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ И ПОГРЕБЕННЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ

Потапова А.В., Вагапов И.М.

Пущинский государственный естественно-научный институт, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

e-mail: asay-potapova_chehov@rambler.ru

Исследовались закономерности распределения источников магнитного сигнала в светло-каштановых почвах, сформированных в разных геоморфологических условиях, и почвах погребенных под курганными насыпями. Величины вкладов гранулометрических фракций в магнитную восприимчивость (МВ) валовых образцов почв свидетельствуют о том, что исследуемые палеопочвы и их современный аналог сформировались в единых геоморфологических позициях. На этом основании была проведена реконструкция палеоосадков и установлено, что почва, погребенная 5000-4800 л.н. характеризуется наибольшим количеством среднегодовых атмосферных осадков (380 мм), а почва, погребенная 4800-4600 л.н. занимает положение близкое к современным условиям (364 мм). Субмикроморфология магнитной фракции показала, что в пределах изучаемой катены выделяется несколько генетических типов магнитных частиц, что может быть использовано как при изучении процессов механической миграции вещества, так и в целях палеоклиматических реконструкций.

Ключевые слова: магнитная восприимчивость, гранулометрические фракции, подкурганные палеопочвы

Глобальное потепление климата привлекает все более возрастающий интерес исследователей к фундаментальной проблеме выявления климатических трендов прошлых эпох и к поиску методов их исследования. Вероятность увеличения частоты и площади засух является одним из наиболее реальных сценариев развития современных ландшафтов в будущем. Его ближайший временной аналог – период суббореального иссушения и потепления климата в голоцене (3,5 тыс. л.н.). Природными архивами этой важной палеоэкологической информации являются почвы, погребенные под разновозрастными курганными насыпями. В середине 1980-х годов было показано, что между МВ лессово-почвенных отложений и изотопно-кислородными данными существует тесная положительная корреляция, что способствовало активному использованию магнитных

данных для палеоклиматических реконструкций, специфическое свойство которого – новообразование аутигенных кристаллов магнетита. Целью работы было выявить закономерности распределения источников магнитного сигнала в современных и погребенных светло-каштановых почвах и на основе полученных закономерностей получить количественные палеоэкологические реконструкции.

Район исследования находился в пределах Ергенинской возвышенности с годовой суммой осадков 350 мм. Растительность представлена полынно-злаковыми степями. Объектами послужили светло-каштановые почвы в пределах балки, протяженностью 154 м и с крутизной склонов 10º, а также две подкурганные палеопочвы, погребенные 5000-4800 и 4800-4600 л.н. Удельная МВ измерялась с помощью прибора Kappabridge KLY-2.

Основным источником магнитного сигнала является фракция <2 мкм, ее восприимчивость в 2-8 раз превышает МВ исходных образцов, а вклад в МВ почв составляет 25-48%, который в суглинистых почвах вниз по склону увеличивается, тогда как в супесчаных – уменьшается. Показатель МВ почв является интегральным и зависит от суммарного содержания ферримагнетиков. В связи с этим, нами была проведена магнитная сепарация, основанная на способности ферримагнетиков втягиваться в неоднородное магнитное поле. МВ выделенной магнитной фракции (МФ) варьирует от 925 до $3778*10^{-8}$ $м^3/кг$ и достигает своих максимумов в нижних частях склонов. Сходство в катенарном распределении МФ и ила в почвах супесчаного гранулометрического состава может свидетельствовать о том, что большая часть МФ здесь представлена тонкодисперсным магнетитом, тогда как в почвах суглинистого состава в МФ присутствуют частицы и другого происхождения. На величину МВ почв тяжелого гранулометрического состава решающее влияние оказывает количество ферримагнетиков, тогда как на МВ легких почв – только их качественный состав. Субмикроморфология МФ, выделенной из почв суглинистого грансостава, показывает наличие изометрических октаэдрических частиц магнетита с четко выраженными шероховатыми гранями, тогда как МФ, выделенная из супесчаных почв, характеризуется наличием пластинчатых, окатанных и анизометрических частиц с невыраженными гранями и шероховатыми, упорядоченно-зернистыми и колломорфными поверхностями. Вклады гранулометрических фракций в МВ валовых образцов свидетельствуют о том, что исследуемые палеопочвы и их современный аналог сформировались в единых геоморфологических позициях. На этом основании была проведена реконструкция палеоосадков и установлено, что почва, погребенная 5000-4800 л.н. характеризуется наибольшим количеством среднегодовых осадков (380 мм), а почва, погребенная 4800-4600 л.н. занимает положение близкое к современным условиям (364 мм).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-04-31725 мол_а).

УДК 504.75.05

ТЕХНОЛОГИЯ И КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МУНИЦИПАЛЬНОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРОДА

Ржанникова Т.Н.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: rzhannikova.t@mail.ru

Аннотация. Очистка сточных вод представляет собой комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах перед выпуском их в водоёмы. Вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и других населённых мест. Анализ эффективности очистки сточных вод показал, что биологические очистные сооружения работают с соблюдением технологии, обеспечивая проектные показатели очистки сточных вод. Очистные сооружения канализации МУП «Водоканал» города Великий Устюг соответствуют санитарным и эпидемиологическим требованиям.

Ключевые слова: качество сточных вод, канализационное хозяйство, загрязнение, утилизация

Очистка сточных вод представляет собой комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах перед выпуском их в водоёмы. Вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и других населённых мест.

Цель исследования – оценить эффективность и качество очистки сточных вод муниципального унитарного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства в города Великий Устюг.

Предприятие на своем счету имеет собственные очистные сооружения канализации, которые расположены в двух километрах от города, в деревне Нокшино. Очистные сооружения канализации были построены в 2000 году и в их состав входят: приемная камера, здание решеток, песколовки, первичные отстойники, насосная станция сырого осадка, аэротенки, вторичные отстойники, воздуходувная станция, административно-

бытовой корпус, хлораторная, иловые карты, аэробный минерализатор, внутриплощадочная насосная станция. [1]

Хозяйственно-бытовые сточные воды от благоустроенного жилья и производственные сточные воды от предприятий города Великий Устюг собираются системой канализации на главную канализационную насосную станцию. Главная насосная станция перекачивает сточные воды города в приемную камеру очистных сооружений, где после очистки сточные воды сбрасываются в реку Северная Двина через один организованный выпуск.

МУП «Водоканал» ведет регулярные наблюдения за качественным составом реки Северная Двина в фоновом створе (500 метров выше выпуска сточных вод) и в контрольном створе (500 метров ниже выпуска сточных вод) [2-4].

Также рассчитывались концентрации загрязняющих веществ, допустимых к сбросу. Высокую степень очистки имеют азот аммонийный (97,9%), СПАВ (97,7%), фенолы (94,7%), алюминий (94,3%), нефтепродукты (92,5%), среднюю – железо (70,6%), формальдегид (68,3%), метанол (66,6%), низкую – фосфаты (17,8%), хлориды (17,6%). По химическому составу вода реки Северная Двина выше выпуска сточных вод (фоновый створ МУП «Водоканал город Великий Устюг) не отвечает требованиям, предъявляемым к водным объектам рыбохозяйственной категории водопользования побиологическому потреблению кислорода (1,064 ПДК р/х), железу (3,1 ПДК р/х), меди (3,48 ПДК р/х), алюминию (1,8 ПДК р/х), фенолам (1,2 ПДК р/х) и формальдегиду (5 ПДК р/х).

Содержание железа в воде реки Северная Двина превышает предельно-допустимые концентрации рыбохозяйственного значения, однако находится на уровне природного фона, который для рек северо-запада России может достигать 4 мг/л. Незначительное превышение предельно-допустимой концентрации отмечается по полному биологическому потреблению кислорода (1,120000 ПДК р/х) и формальдегиду (5,4 ПДК р/х).

В настоящем исследовании рассмотрена технология очистки сточных вод, а именно механическая, биологическая очистка, обезвоживание и обработка осадка. Анализ эффективности очистки сточных вод показал, что биологические очистные сооружения работают с соблюдением технологии, обеспечивая проектные показатели очистки сточных вод. Очистные сооружения канализации МУП «Водоканал» города Великий Устюг соответствуют санитарным и эпидемиологическим требованиям.

Библиографический список

1. Проект нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов, поступающих в реку Северная Двина со сточными водами МУП «Водоканал» город Великий Устюг, 2009.

2. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

3. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

4. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

5. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

УДК 504.75.05

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТВЕРДЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сабурова А.И.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: alena.saburova2014@yandex.ru

Аннотация. Строительная отрасль оказывает существенное влияние на окружающую среду, и как следствие на устойчивость экосистем в целом. На территории города Вологда одним из предприятий, занимающихся в данной сфере, выступает Акционерное Общество «Вологодский завод строительных конструкций и дорожных машин (СКДМ). Предприятие АО «СКДМ» является источником образования отходов. Годовой объем образования отходов составляет 17 585, 35 тонн. На территории предприятия оборудованы места временного хранения отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятия.

Ключевые слова: твёрдые производственные отходы, окружающая среда, строительная отрасль, устойчивость экосистем.

Строительная отрасль оказывает существенное влияние на окружающую среду, и как следствие на устойчивость экосистем в целом. [1-4] Актуальность данной работы обусловлена тем, что в последние годы спрос на быстровозводимое и доступное жилье сильно возрастает. На территории города Вологда одним из предприятий, занимающихся в данной сфере, выступает Акционерное Общество «Вологодский завод строительных конструкций и дорожных машин (СКДМ)».

Целью исследования является определение воздействия твердых производственных отходов (ТПО) предприятия АО «СКДМ» на окружающую среду. Основной вид деятельности АО «Вологодский завод строительных конструкций и дорожных машин» – производство зданий панельно-стоечной конструкции и мобильных быстровозводимых зданий контейнерного типа различного назначения (жилого, санитарно-бытового, производственного, складского).

Производственная база предприятия размещается на двух площадках. Промышленная площадка № 1, на которой находится производственный комплекс, расположена на улице Набережная VI Армии 201. Площадка № 2 готовой продукции с участком по изготовлению инвентарных зданий панельно-стоечной конструкции и легких металлических конструкций

расположена на улице Северная 44. В состав производственных цехов входят основное и вспомогательное производство, административные и бытовые помещения. Основное производство включает в себя: металлозаготовительный, экспериментальный, деревообрабатывающий, мебельный участки, участок сборки и сварки панелей основания и покрытия, участок нанесения пенополиуретана, монтажно-сборочный участок производства блок-контейнеров, заточное отделение металлообрабатывающего участка, участок лакировки, участок окраски и сборки производства блок-контейнеров, сварочный участок производства блок-контейнеров, участок сборочно-разборочных блоков, участок производства строительных конструкций и металлоконструкций. Вспомогательное производство включает в себя котельную, столовую, очистные сооружения, транспортный и механический участки, ремонтно-механический участок отдела главного механика.

В процессе производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и отходы потребления. Годовой объем образования отходов на предприятии АО «СКДМ» составляет 17 585, 35 тонн. Предприятие не имеет собственных объектов размещения отходов, поэтому основная деятельность по обращению с опасными отходами, образующихся на предприятии состоит в сборе, временном хранении на территории предприятия, использовании и дальнейшей передаче сторонним организациям на обезвреживание, переработку и захоронение.

На промплощадке № 1 годовой объем образования отходов составляет 15 978,56 тонн, из них I класс – 0,20 тонн, II класс – 1,24 тонн, III класс – 31,67 тонн, IV класс – 95,35 тонн и V класс – 15 850,10 тонн (таблица 1). Их них 2228,53 тонн передаются на полигон ТБО для захоронения, 13 737, 63 тонн передаются сторонним организациям для обезвреживания (19,27 тонн), переработки (3,36 тонн) и использования (13 715,00), 12,40 тонн используется на предприятии. На промплощадке № 2 годовой объем образования отходов составляет 1606,79 тонн, из них I класс – 0,02 тонн, III класс – 3,56 тонн, IV класс – 19,67 тонн и V класс – 1 583,54 тонн (таблица 2). Из них 273,76 тонн передаются на полигон ТБО для захоронения, 1 333,03 тонн передаются сторонним организациям для обезвреживания (0,71 тонн), переработки (11,44 тонн) и использования (1 320,88).

Таким образом, предприятие АО «СКДМ» является источником образования отходов. Годовой объем образования отходов составляет 17 585, 35 тонн. На территории предприятия оборудованы места временного хранения отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятия. Периодичность вывоза отходов определяется классами опасности отходов, нормами предельного накопления, техникой безопасности и договорными условиями на вывоз отходов. Заключены

договора на передачу отходов для захоронения, обезвреживания, переработки. Собственных объектов длительного хранения и захоронения отходов предприятие не имеет.

Библиографический список

1. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. T. 1. - C. 27-32.

2. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

3. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

4. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

УДК 631.879.25:631.879.4

ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД – ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ПРОБЛЕМА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Севостьянов С.М.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

e-mail: Sevost2000@rambler.ru

Представлены основные подходы по переработке осадков сточных вод в органические удобрения, позволяющих использовать их в сельском хозяйстве и при рекультивации нарушенных земель. Обозначены проблемы применения различных методов, препятствующих широкому использованию осадков сточных вод в хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: осадки сточных вод, обезвреживание, обеззараживание, компостирование, удобрение

Осадки сточных вод (ОСВ), выделяемые при очистке коммунальных стоков, относятся к постоянно образующимся отходам, а их большие объемы, высокое содержание влаги, потенциальная биологическая и химическая опасность, приводят к технологическим и экономическим проблемам их утилизации. При этом методов переработки существуют довольно много, наиболее распространенные - сжигание, захоронение и использование в качестве удобрения. Сжигание и захоронение можно считать адекватными методами в случае сильного загрязнения осадков, но их использование для основной массы осадков неоправданно, поскольку фактически осадки являются возобновимым ресурсом органического вещества. В настоящее время в Российской Федерации основная масса ОСВ складируется на иловых площадках, отвалах и т.д. Использование в сельском хозяйстве оценивается на уровне 3-5 %. При складировании и хранении осадков, как правило, не исключаются загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Эта проблема с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения [1].

Осадки сточных вод канализации обладают удобрительными свойствами. Использование их в качестве органического удобрения могло бы способствовать восстановлению органического вещества в распахиваемых почвах и улучшению их свойств [2]. При этом возвращаются в почву питательные вещества, отчуждаемые с урожаем культур, повышается продуктивность пашни и природных кормовых угодий. Однако ОСВ различных населенных пунктов различаются по наличию патогенной микрофлоры, тяжелых металлов (ТМ) и других

токсикантов, что служит ограничивающим фактором повсеместного использования их в качестве удобрения [3], а также препятствует унификации условий для их переработки.

Трудность утилизации ОСВ заключается в первую очередь в получении из осадков кондиционного материала, то есть обеззараживания и удалении влаги, так как иначе они могут представлять бактериологическую опасность и затруднена их транспортировка.

ОСВ могут использоваться в качестве удобрения после их обезвреживания и обеззараживания одним из способов [4], включающих термофильное сбраживание в метантенках; термосушка; компостирование с древесными отходами, листвой, соломой, торфом и другими компонентами в течении трех-четырех месяцев, из которых один-два месяца должны приходиться на теплое время года, при условии достижения во всех частях компоста не менее 60 ^{o}C; метод ускоренной биоферментации при условии достижения температуры в осадках не менее 60 ^{o}C; обработка химическими реагентами и препаратами (негашеная известь, аммиачная вода и другие реагенты (препараты), не оказывающие отрицательного действия на почву, почвенную биоту, растения и растениеводческую продукцию; выдерживание на иловых площадках в условиях: 1 и 2-го климатических районов не менее трех лет; 3-го климатического района не менее двух лет; 4-го климатического района не менее 1-го года.

Каждый из данных способов подготовки по своему изменяет свойства осадков. Наиболее эффективными считается термическая сушка и компостирование осадков.

Термическая сушка осадков сточных вод может применяться как завершающая стадия обработки осадка на очистных сооружениях, при этом обеспечивается эффективное обеззараживание осадков, снижение массы, объема. Осадок после термической сушки представляет собой сыпучий материал влажностью 20-50 %, удобный для транспортировки, хранения и внесения в почву[5]. Однако данный способ связан с энергетическими затратами.

Компостирование - это биотермический процесс разложения органических веществ осадков, который осуществляется под действием аэробных микроорганизмов. Аэробный процесс разложения органического вещества сопровождается повышением температуры до 50-80 С, что приводит к обеззараживанию (гибнут патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, личинки мух) и сокращению массы осадков. Количество органических веществ при этом сокращается на 25-40 %, а иногда и более в зависимости от состава осадков, метода, продолжительности и условий компостирования [6].

Процесс эффективен при влажности не более 60 % и компостировать целесообразно осадки механически обезвоженные или подсушенные на иловых площадках.

Для создания пористой структуры осадка требуемой влажности и оптимального соотношения углерода и азота (20-30:1), обеспечивающих проведение биотермического

процесса в аэробных условиях, компостирование осадков следует осуществлять в смеси с наполнителями (размолотой древесной корой, листьями, соломой, торфом и др.), в том числе это позволяет уменьшить содержание тяжелых металлов [7].

Вермикомпостирование – это переработка органических отходов с использованием дождевых червей, конечным продуктом является органическое удобрение - биогумус.

В настоящее время накоплен большой опыт по использованию дождевых червей для обработки углеродсодержащих отходов - осадков сточных вод, животноводческих и бытовых отходов. Субстрат для переработки ОСВ имеет оптимальные показатели при добавлении небольших количеств наполнителя - торфа, свиного навоза, органической части ТБО.

Препятствием в использовании вермикомпостирования осадков можно назвать зачастую высокое содержание в осадках ТМ, но в этом случае ОСВ при компостировании можно «разбавить» добавками опилок, торфа и др. В то же время перспективно непосредственно вермикомпостирование как средство для максимального извлечения солей ТМ из ОСВ. Опыт производства и использования биогумуса свидетельствуют, что это высокоэффективное, быстродействующее удобрение.

Удобрение на основе ОСВ для сельского хозяйства в соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 имеет четкое ограничение дозы - 30 т/га по сухому веществу, и по сельскохозяйственным культурам. Увеличение дозы возможно после расчетов с учетом гранулометрического состава, а также поступающих азота, тяжелых металлов.

Однако, новый ГОСТ Р 54534 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель», способствует значительному расширению возможностей использования ОСВ. К использованию для биологической рекультивации допускаются осадки, содержание тяжелых металлов в которых соответствует требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07. Осадки с более высокой концентрацией тяжелых металлов, но соответствующие классам опасности IV-V, разрешается для использования при технической рекультивации. В осадках для биологической рекультивации нормируются удобрительные макроэлементы. В качестве интегрального показателя опасности отходов для окружающей среды регламентируются класс опасности для окружающей среды, ХПК и БПК водных вытяжек. [8].

Развитие наших исследований по различным методам переработки ОСВ [9-10 и др.] показало, что перспективным способом является использование ОСВ как компонента для получения органоминеральных грунтов с применением структурирующих наполнителей, таких как вскрышные грунты, торф, введение которых позволяет сразу скорректировать химические и физико-химические свойства грунта. Использование современного дозирующего и смесительного оборудования позволяет получить равномерно смешанный

кондиционный для использования субстрат, при этом отпадает необходимость в длительных процессах, как при компостировании, и сокращается время выдерживания на иловых картах, достаточно обезвоживания до 70-80 % влаги. Такой органоминеральный грунт может использоваться и в соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, и ГОСТ Р 54534 (наподобие «искусственной биологической почвы»).

Таким образом, осадки сточных вод переходят из разряда проблемного отхода в возобновляемый ресурс органического вещества.

Список литературы

1. Хакимов Ф.И., Керженцев А.С., Севостьянов С.М.. Рекомендации по утилизации илов городских очистных сооружений.М.: Госкомэкологии России, 1999. - 54 с.

2. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. /Под ред. Н. З. Милащенко, ВИУА им. Д. Н. Прянишникова. – М. : Агроконсалт, 2002. – 140 с.

3. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Нестерович И.А., Фомкина Т.П. Агроэкологическая оценка использования осадка сточных вод //Агрохимия.1995.-№5.-С.102-108.

4. Типовой технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве удобрения. - М.: Минсельхоз РФ, ГУП НИИССВ «Прогресс». 2000. 20 с.

5. Туровский И.С. Обработка и утилизация осадков городских сточных вод. М.: Стройиздат, 1988. 256 с.

6. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. Л.: Стройиздат, 1988. 248 с.

7. Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая эффективность осадков сточных вод г. Москвы // Агрохимический вестник, 2001, №5. -С. 25.

8. ГОСТ Р 54534 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель

9. Демин Д.В., Севостьянов С.М., Татаркин И.В., Худяков О.И. Переработка осадков сточных вод в экологически безопасный компост. Земледелие. 2009. № 5.

10. Севостьянов С.М., Дёмин Д.В., Татаркин И.В., Фридман А.Я. Химико-биологический способ переработки осадков сточных вод в экологически безопасные компосты и грунты. Сб.научн.тр. II Всероссийской научной конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – КубГАУ, Краснодар, 2010 г. С.30-33.

УДК 504.75

ЗДОРОВЬЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОГО ГОРОДА ОКСКОГО ЭКОРЕГИОНА)

Снакин В.В.,[1,2] Присяжная А.А.,[1] Косякова Н.И.,[3] Митенко Г.В.[1]

[1]Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ

[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Музей землеведения), Москва, РФ

[3]Больница ПНЦ РАН, Пущино, РФ

e-mail: snakin@mail.ru

Аннотация. Цель работы – оценить степень риска здоровью населения, связанного с экологическими параметрами природной среды в отсутствие значимых промышленных нагрузок на примере небольшого города. Экологическое состояние определяли как по биоиндикационным показателям (морфозы древесной растительности, флуктуирующая асимметрия листьев, изменение биологической активности почвы в городских условиях), так и по конкретным физико-химическим величинам (загрязнение почв тяжелыми металлами, транспортная нагрузка и загрязнение воздуха, напряженность геомагнитного поля). Здоровье населения города оценивали по заболеваниям острыми респираторными инфекциями, пневмонией, ангиной, астмой, аллергическим ринитом и атопическим дерматитом. Взаимосвязь между интегральной оценкой экологического состояния города и здоровьем населения на уровне микрорайонов города оказалась существенной (коэффициент корреляции равен 0,65), свидетельствующей, что следует учитывать наличие риска здоровью человека от воздействия окружающей среды даже в условиях невысоких антропогенных нагрузок.

Ключевые слова: качество окружающей среды, дихотомия растений, флуктуирующая асимметрия, биологическая активность почвы, тяжелые металлы, транспортная нагрузка, геомагнитное поле, экологический риск, риск здоровью населения.

Жизнедеятельность и, соответственно, здоровье любого биологического вида теснейшим образом связаны с состоянием окружающей природной среды. В экстремальных случаях воздействие среды на здоровье особенно критично и очевидно: природные катаклизмы типа извержения вулканов, резких изменений погоды, техногенные загрязнения среды и т.п. Негативное воздействие на население, особенно на детей, отмечается в городах России с ухудшающимся качеством атмосферного воздуха: Благовещенск, Иркутск, Новокузнецк, Челябинск, Улан-Уде и др. [1]. Но даже в отсутствии значительных аномалий и природного,

и техногенного характера состояние окружающей природной среды обуславливает в существенной мере и поведение, и здоровье населяющих видов, включая человека.

Целью настоящей работы была попытка проследить взаимосвязь между экологическими параметрами природной среды (здоровьем среды) и здоровьем населения в отсутствие существенных промышленных нагрузок и загрязнения компонентов биосферы на примере малого города Московской области Пущино, в котором разместился Пущинский научный центр РАН. Город расположен в 120 км к югу от Москвы на высоком, правом берегу реки Оки, на северной оконечности Средне-Русской возвышенности.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), вклад состояния окружающей среды в здоровье населения в среднем составляет 18–22 %; при этом наибольший вклад (50–52 %) вносит образ жизни (национальные особенности, привычки и т.п.); вклад биологического фактора (генетика) оценивается в 20–22 %, а роль медицины – в 7–12 %.

Проведенный нами ранее анализ по данным государственной статистики для субъектов Российской Федерации [2] показал, что влияние антропогенной нагрузки (совокупная оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросов сточных вод в водные объекты, образование токсичных отходов) на здоровье населения может достигать 40 % и более. Отмеченное большее влияние экологических условий на здоровье населения, в сравнение с данными ВОЗ, всего скорее обусловлено характерным для нашей страны высоким уровнем техногенной нагрузки именно в местах с высокой плотностью населения.

Экологическое состояние окружающей природной среды оценивали по нескольким параметрам, представляющим как биоиндикационные показатели (морфозы древесной растительности, флуктуирующая асимметрия листьев, изменение биологической активности почвы в городских условиях), так и конкретные физико-химические величины (загрязнение почв тяжелыми металлами, загрязнение воздуха, напряженность геомагнитного поля).

Состояние окружающей среды города Пущино было оценено по 6 параметрам: дихотомии деревьев, асимметрии листьев берёзы, изменении биологической активности зональной почвы (БАП) в городских условиях, содержанию тяжёлых металлов в почве, магнитной напряжённости и транспортной нагрузке. Для *интегральной оценки экологического состояния города Пущино* каждый параметр оценивался по 5-балльной шкале. При этом некоторые параметры оценивались минимально, поскольку не превышали ПДК (содержание тяжелых металлов в почве) или средних значений для данной территории (магнитная напряженность). Результаты свидетельствуют, что степень нарушенности природной среды на территории г. Пущино не превышает среднего значения (15) возможной максимальной суммы баллов: 6 (параметров) × 5 (максимальный балл) = 30 (максимальная сумма баллов).

Полученная результирующая сумма баллов изменяется от 2 до 15, которую ранжировали на 3 градации: минимальная (<5), незначительная (5–10) и ниже среднего (>10). Таким образом, на основании проведённой оценки выделены зоны максимального экологического комфорта на территории г. Пущина – это микрорайон «АБ» (рис. 1).

Выделенная зона максимального экологического комфорта примыкает к местам первых поселений славян-вятичей на данной территории (Тешиловское и Пущинское городища) и предшественнику города – селу и усадьбе Пущино.

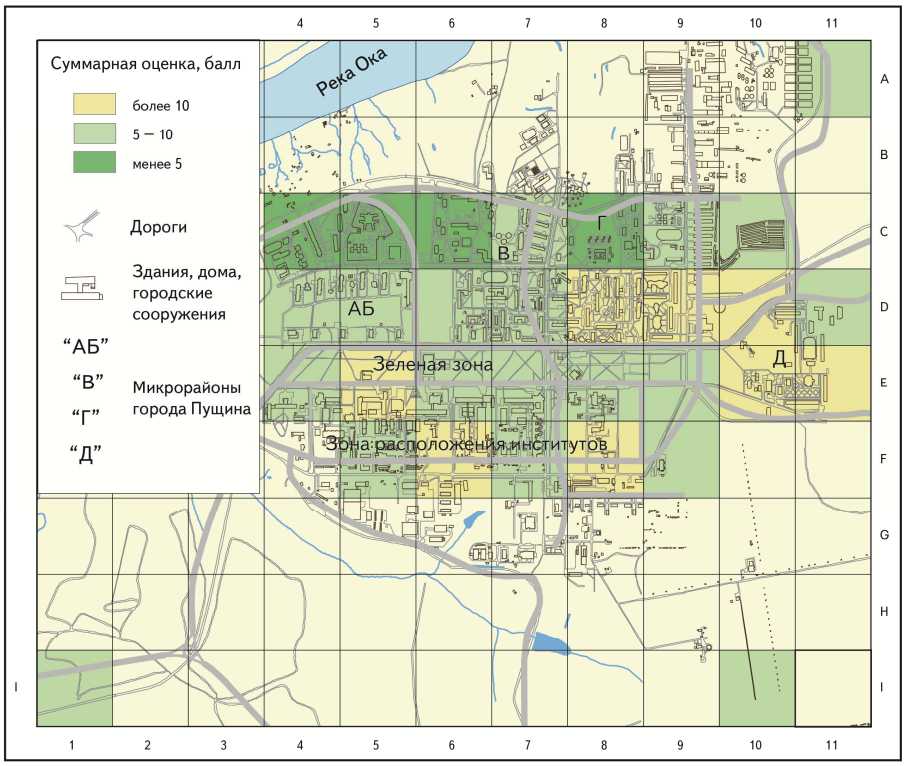


Рис. 1. Интегральная оценка состояния окружающей природной среды г. Пущино.

Здоровье населения анализировали по уровню заболеваемости острыми респираторными вирусными инфекциями (ОРВИ), пневмонией, ангиной, астме, аллергическому риниту и атопическому дерматиту за 2008–2009 гг. Основная часть заболеваний (69,2 %) в г. Пущино относится к ОРВИ.

Сравнительный анализ пространственного распределения заболеваемости населения города и степень проявления заболеваний по микрорайонам показал, что средняя по городу заболеваемость варьировала от 3,4 случаев заболевания на 1000 человек по пневмонии до значения 230,7 по ОРВИ. Поэтому степень проявления каждого из заболеваний оценивали по относительным величинам, рассчитанным как отношение к минимальному значению конкретного показателя заболеваемости, принятого за единицу.

Относительно экологической обусловленности различных заболеваний высказываются разные мнения. Для населения города Пущино ранее [3] отмечалась высокая степень

зависимости от качества окружающей среды для аллергических заболеваний; при этом острая респираторная патология в большей степени зависела от возраста пациентов, плотности и этажности проживания.

Для комплексной количественной оценки заболеваемости населения по микрорайонам города показатели по заболеваемости были переведены в относительные величины – отклонения от среднего значения соответствующего заболевания в целом по городу, выраженного в процентах. В соответствии с методикой квалиметрической оценки [4] была разработана шкала распределение баллов, а также шкала оценки уровня заболеваемости населения (рис. 2).

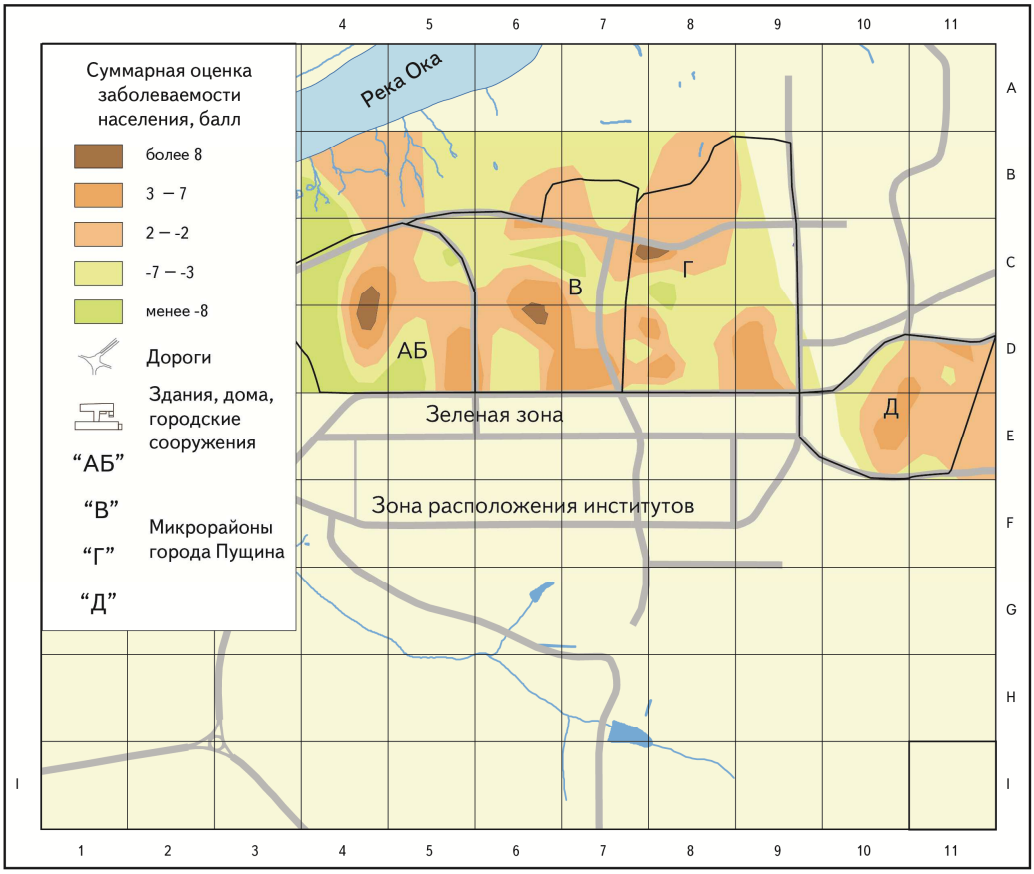


Рис. 2. Комплексная оценка заболеваемости населения г. Пущино.

Полученная оценка свидетельствует о том, что в целом уровень заболеваемости населения отличается по микрорайонам города. Так, в микрорайоне «В» заболеваемость выше, чем в среднем по городу.

Выяснение связи экологического состояния природной среды с заболеваемостью населения города Пущино проводили на основе корреляционного анализа. При расчётах коэффициентов корреляции между оценками состояния окружающей среды и

заболеваемостью населения на уровне отдельных жилых домов ($к_1$) и квадратов регулярной сетки ($к_2$) значимых коэффициентов не выявлено (k_1=0,04, k_2=<0,04, соответственно).

Поэтому следующим этапом была попытка выяснения взаимосвязи между показателями состояния окружающей среды и здоровьем населения на более крупном уровне обобщения – уровне микрорайонов (таблица).

Таблица. Интегральная балльная оценка состояния окружающей природной среды и здоровьем населения на уровне микрорайонов города Пущино.

Микрорайон	Оценка состояния окружающей среды, балл	Оценка заболеваемости населения, балл
АБ	4,75	-2
В	6,5	0
Г	8,4	-1
Д	12,8	0

При таком обобщении информации на более высоком уровне, по микрорайонам города, выявлена значимая корреляционная связь (k=0,65). Коэффициент детерминации (квадрат корреляционного коэффициента), отражающий вклад фактора в исследуемый процесс, – 0,42.

Такая ситуация может быть объяснена тем обстоятельством, что определение экологических параметров и конкретные места проживания населения при точечном анализе пространственно не совпадают. В то же время при генерализации данных по микрорайонам данные по состоянию окружающей среды и здоровью населения пространственно сопрягаются более плотно.

Заключение. Проведенный комплексный анализ состояния окружающей природной среды и уровня заболеваемости жителей малого города России, не выделяющегося значительными антропогенными нагрузками, показал, что даже в этих условиях следует учитывать существенный риск здоровью населения, обусловленный влиянием окружающей природной среды. Коэффициент корреляции между интегральной оценкой состояния окружающей природной среды и здоровьем населения по микрорайонам г. Пущино составил 0,65. Основной вклад в заболеваемость жителей города вносят острые респираторные вирусные инфекции (ок. 70 %).

Следует также отметить приуроченность более благоприятных экологических оценок и меньшей заболеваемости к территориям, примыкающим к местам древних поселений (город Тешилов и Пущинское городище) и родоначальнику городу – селу Пущино. Эти же

территории оказались более благоприятными и для почвенной биоты, привнесённой в городскую почву в ходе проведенных экспериментов из естественного широколиственного леса (по величине БАП).

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». М.: МПР России, 2015.

2. Снакин В.В., Митенко Г.В., Присяжная А.А., Хрисанов В.Р., Юрин В.О. Карта суммарного антропогенного воздействия на экосистемы субъектов Российской Федерации // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2006. №1.

3. Косякова Н.И. Здоровье и система эндоэкологической иммунореабилитации городского населения. Пущино, 1997.

4. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. Основы теории и логико-математические методы. М.: Мысль, 1975

УДК 631.46

ПОЧВЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕКОРАТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Снетилова В.С.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: snetilovalera@yandex.ru

Вопросы взаимодействия почвенных микроорганизмов и декоративных древесных растений практически не исследованы. О них можно судить лишь из общих закономерностей таких связей. Особенности воздействия микофлоры прикорневой зоны почв на формирование и состояние деревьев и кустарников в условиях урбаносреды, таким образом, изучены недостаточно, а без учета данных характеристик растений не представляется возможным создание экологически эффективных и здоровых насаждений города. На примере зеленых насаждений в урбанизированной среде Вологодской области такие исследования не выявлены, однако исследования планируются, а по начатым получаются первые результаты.

Повышение долговечности и декоративности древесных растений в условиях урбанизированной среды – актуальная задача современного благоустройства территории города [1,2]. Многочисленные исследования направлены на минимизацию негативного воздействия многих агрессивных факторов в условиях города. Все большую актуальность приобретают биологические приемы и технологии. Проблема оздоровления окружающей среды и городов остается актуальной, не смотря на усовершенствование технологий содержания зеленых насаждений, подбор устойчивого ассортимента и т. п. В этой связи значительные успехи имеет почвенная энзимология, почвенная микробиология. Однако в целом роль почвенных микроорганизмов как сообществ в оптимизации условий содержания зеленых насаждений, повышении их долговечности и качества остается малоизученной.

Почвенной микрофлоре принадлежит существенная роль в обеспечении почвенного плодородия и здоровья почв, и, как следствие, влияния на рост и развитие растений [3,4]. Для декоративного садоводства эта проблема достаточно актуальна, так как растения произрастают в условиях агрессивной городской среды и такой экологический фактор, как сообщество микроорганизмов, в корнеобитаемом слое порой может оказывать решающую роль в обеспечении долговечности и декоративности древесных насаждений.

Библиографический список

1. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. -Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

2. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

3. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

4. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

УДК 631.445

ДИЗАЙН ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ – ОСНОВА НОВЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Сон Б.К.[1], Хан К.Ю.[2]

[1]Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия

e-mail: vson06@rambler.ru

[2]Окский экологический фонд, Пущино, Россия

e-mail: khan@itaec.ru

Впервые создан дизайн почвенных агрегатов. Их архитектура, дизайн, строение определяются морфометрическими показателями высокодисперсных органоминеральных частиц, величинами сил сцепления, возникающими между частицами, особенностями формирования в агрегатах гексагональных структурных ячеек многоступенчатого сложения, определяющими формирование природного облика, образа агрегата. Дизайн почвенных агрегатов – это проект, на основании которого можно создавать аналогичные естественным структурным образованиям новые материалы, путём модифицирования их строительных блоков – высокодисперсных органоминеральных частиц.

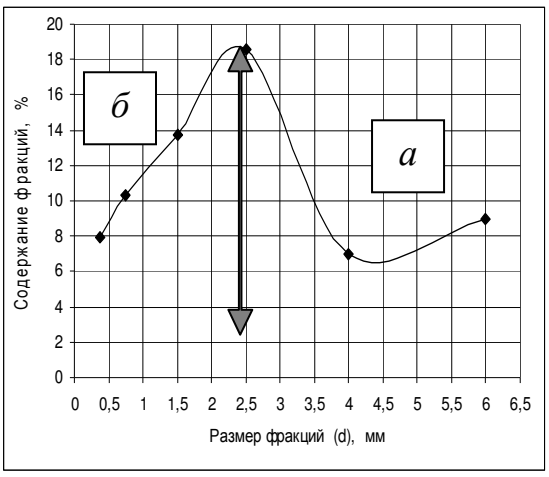
Ключевые слова: почва, агрегат, гумус, энергия

Введение. Создание научных основ получения нового поколения экологичных пластических материалов на основе исследования строения природных высокодисперсных органо-глинистых дисперсных структур является одним из приоритетных направлений, как в области разработки новых материалов, так и охраны окружающей среды от загрязнения. К одним из таких природных образований выполняющих фундаментальную роль в биосфере являются водоустойчивые агрегаты чернозёмов.

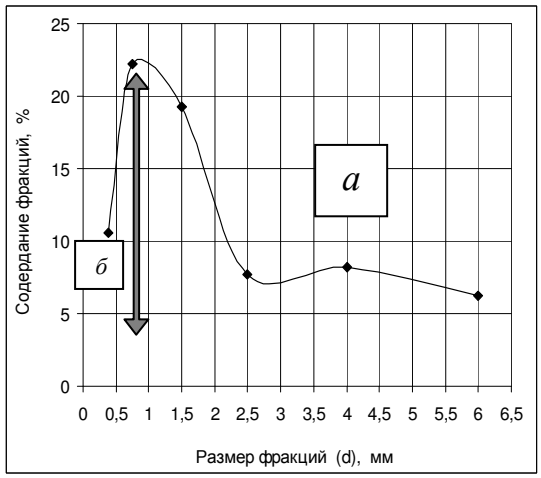
При взаимодействии почвенных частиц в контактах образуются структурные связи, определяющие практически все физико-механические свойства почв. Определению размеров структурных элементов, характеристике их физических и химических свойств, оценке сил сцепления между частицами, особенностям формирования в глинистой органоминеральной матрице гексагональных структурных ячеек многоступенчатого сложения, определяющих прочностные и деформационные свойства водоустойчивого агрегата, посвящено настоящее исследование.

Материалы и методы. Для исследования строения водоустойчивых ядер, в первую очередь, необходимо их извлечь из почвы, основываясь на количественных признаках,

позволяющих надежно идентифицировать водоустойчивое ядро от других структурных образований. Обусловлено это тем, что в почвах одновременно могут присутствовать не только водоустойчивые агрегаты, состоящие из водоустойчивых ядер, связанных друг с другом, но и водоустойчивые агрегаты, не содержащие водоустойчивых ядер. Последние образуются из микроагрегатов и элементарных почвенных частиц, не вовлеченных в процесс формирования водоустойчивых ядер. В почве также имеется определенное количество индивидуальных водоустойчивых ядер, не связанных или слабосвязанных друг с другом силами сцепления. Анализ кривых распределения водоустойчивых агрегатов по фракциям, основанный на концепции водоустойчивого ядра, позволил выявить на кривой следующие характерные области. Правя ветвь (а) кривой распределения, характеризует агрегаты, образованные исключительно из водоустойчивых ядер, связанных друг с другом. Левая ветвь (б) кривой характеризует агрегаты, которые не содержат в своём составе водоустойчивых ядер, хотя и водоустойчивы.



Чернозём типичный тяжелосуглинистый (ЦЧЗ, Курская обл., абсолютно заповедная степь)



Серая лесная тяжелосуглинистый (смешанный лес, Московская обл.)

Рис.1. Распределение водоустойчивых ядер в агрегатах черноземных и серых лесных почв: *а* – область характерная для агрегатов, образующихся из водоустойчивых ядер; б - область характерная для водоустойчивых агрегатов, не содержащих водоустойчивые ядра; максимумы на кривых распределения соответствуют содержанию в почвах индивидуальных водоустойчивых ядер, которые свободны, не связаны между собой, и не образуют ассоциаций.

Максимум на кривой характеризует максимальное содержание отдельных, несвязанных друг с другом водоустойчивых ядер, а размер ячеек сита, на котором аккумулируются

максимальное количество индивидуальных водоустойчивых ядер, соответствуют диаметру водоустойчивого ядра (рис.1).

Отметим, что кривая, характеризующая распределение водоустойчивых агрегатов по фракциям, является высокоинформативной репликой, отражающей особенности строения водоустойчивых агрегатов. Анализ кривых распределения позволяет обоснованно разделять водоустойчивые агрегаты, состоящие только из водоустойчивых ядер (ассоциированных и индивидуальных) от агрегатов водоустойчивых, но не содержащих водоустойчивые ядра. Рассматриваемый аспект важен в методическом отношении, так как он связан с процедурой подготовки водоустойчивых ядер для исследования.

В табл. 1 представлены данные, характеризующие закономерности распределения в черноземах типичных мощных агрегатов, образующихся из водоустойчивых ядер, и агрегатов образующихся без водоустойчивых ядер. Первые практически не разрушаются при взаимодействии с водой, а вторые – размокают, разрушаются и распадаются. Эти различия определяются особенностями их структуры, определяемой содержанием в агрегатах гумуса и илистых частиц.

Для определения энергетических характеристик нами разработаны уникальные методы, которые апробированы при исследовании различных типов почв. Их описание дано в публикациях [1, 2, 3]. В табл. 1 впервые выявлены закономерности распределения ядер в водоустойчивых агрегатах в профиле чернозёма типичного.

Таблица 1. Закономерности распределения водоустойчивых ядер и илистых частиц в агрегатах почв

Горизонт, глубина (см)	Гумус, %	Агрегаты без ядер		Агрегаты с ядрами	
		количество, %	частицы < 1мкм	количество, %	частицы < 1мкм
Чернозём типичный мощный, абсолютно заповедный лес (ЦЧЗ, Курская обл.)					
Ад 2-10	9,1	43,8	13,6	56,2	21,1
А1 10-20	6,3	63,1	19,6	36,9	13,9
А1 20-40	4,2	75,9	23,5	24,1	9,0
А1 40-60	3,5	81,3	25,2	18,7	7,0
АВ 60-80	2,6	82,1	25,4	17,9	6,7
Вк 110-120	1,7	89,2	27,6	10,8	4,1

В результате теоретических исследований нами получена зависимость для определения энергии агрегатной структуры почв. Она равна работе, которую необходимо совершить для разрушения всех структурных связей агрегата. Она имеет следующий вид:

$$U = \frac{1}{2} u_к Z * \frac{3k}{4\pi r^3 \rho_{str}} * \frac{D}{D_0} * P_{agr},$$

где $u_к$- энергия сцепления частиц в единичном контакте, Дж/контакт; Z – координационное число, при плотной гексагональной упаковке частиц в агрегатах оно равно 12; r – радиус илистых частиц, мм; ρ_b - плотность сложения водоустойчивого ядра, г/см^3; ρ_{str} – плотность твердой фазы илистых частиц почв, г/см^3; k – массовая доля структурных элементов, содержащихся в 1 грамме водоустойчивых ядер; D – диаметр водоустойчивых ядер, формирующийся в горизонтах почв с определенным содержанием в них гумуса, мм; D_0 – диаметр водоустойчивых ядер, образующихся в горизонтах почвы с максимальным содержанием в них гумуса, мм; P_{agr} – масса водоустойчивых ядер, содержащихся в 100 г воздушно сухой почвы, г.

Результаты и обсуждение. При взаимодействии почвенных частиц в контактах образуются структурные связи, определяющие практически все физико-механические свойства почв. Нами установлено, что высокодисперсные частицы, формирующие фракцию и имеющие размер 0,34 мкм, образуют гексагональную ячейку, характерную для первой ступени упаковки. В табл.2. приведены параметры, характеризующие плотную гексагональную упаковку структурных элементов, в водоустойчивых ядрах агрегатов почв. Эти данные являются базовыми для создания объёмного дизайна почвенных агрегатов.

Таблица 2. Параметры, характеризующие плотную гексагональную упаковку структурных элементов, в водоустойчивых ядрах агрегатов

Количество гумуса, *г/контакт*	Объём гумуса, см^3/контакт	Размер гумусовых частиц, см	Диаметр структурной ячейки, формирующейся из агрегированного комплекса коллоидных частиц, мкм			
			x_1	x_2	x_3	x_4
1,39E-15	8,68E-16	4,82E-06	0,34	1,02	3,06	10,8

В табл. 3 представлены базовые данные, характеризующие гексагональную упаковку высокодисперсных частиц в водоустойчивых агрегатах почв. Они позволят оптимизировать технологические процессы при создании искусственных агрегатов из высокодисперсных частиц, извлеченных из материнской породы почв, практически не содержащих в исходном состоянии водоустойчивых агрегатов. Если в образовании агрегатов участвуют гумусовые вещества и высокодисперсные глинистые частицы, то образуются агрегаты водоустойчивые, характеризующиеся многоступенчатым сложением гексагональных ячеек в ядрах водоустойчивых агрегатов. Отметим, что нами впервые установлены закономерности изменения прочности гексагональных ячеек. Она может изменяться от 50 кгс/см^2 в воздушно сухом состоянии до 15 кгс/см^2 - во влагонасыщенном.

Для образования таких агрегатов необходимо локальная концентрация высокодисперсных частиц и гумуса для того, чтобы каждая агрегированный комплекс коллоидных частиц мог

соприкасаться с 12 подобными частицами. Эти процессы протекают в почвах и в ней создаются все условия для формирования рассмотренных структур с гексагональной упаковкой высокодисперсных частиц почвы. Самое главное – этот процесс протекает самопроизвольно, движущей силой его является закономерное уменьшение свободной энергии, связанное образованием энергетических связей между коллоидными частицами почв.

Таблица 3. Параметры, характеризующие плотную гексагональную упаковку частиц в агрегатах почв

Ступень упаковки частиц (*x*)	Диаметр структурной ячейки (dj), мкм	Граничное координационное число (Z/4)	Объём частиц в 1 $см^3$ каждой ступени упаковки, $(\rho_s/\rho_t) = T^x$	Число контактов в сечении каждой ступени упаковки $\chi*10^9$
1	0,34	3	0,74	3,67
2	1,02	3	0,55	2,71
3	3,06	3	0,40	2,01
4	10,8	3	0,30	1,49

Заключение

Дизайн почвенных агрегатов – это проект, на основании которого можно создавать аналогичные естественным структурным образованиям новые материалы, путём модифицирования их строительных блоков – высокодисперсных органоминеральных частиц.

Литература

1. Хан К.Ю., Поздняков А.И., Сон Б.К. Строение и устойчивость почвенных агрегатов // Почвоведение – 2007. -№4. -С.450-456.

2. Хан К.Ю., Поздняков А.И., Сон Б.К. Метод определения сцепления в почвенных агрегатах // Почвоведение – 2007. -№7. -С.838-845.

3. Khan K.Yu., Pozdnyakov A.I., Son B.K. Fabric of soil and characterization of their structural functional stability. Eurasian soil science - 2008, Vol.41, no 13, p.1417-1423.

УДК 581.5

РОЛЬ ВАЛЕЖА В ПОДДЕРЖАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ВЕРХНЕОКСКОГО БАССЕЙНА (НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКА «КАЛУЖСКИЕ ЗАСЕКИ»)

Спаи Т.П.[1], Бобровский М.В.[1,2], Ханина Л.Г.[1,3]

1 – Пущинский государственный естественно-научный институт, Пущино, РФ

2 – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, РФ

3 – Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Пущино, РФ

e–mail: tatyana.crex1995@yandex.ru

Аннотация. Для старовозрастных полидоминантных широколиственных лесов заповедника «Калужские засеки» показана существенная роль наличия крупных упавших деревьев в поддержании разнообразия сосудистых растений.

Ключевые слова: биоразнообразие, напочвенный покров, сосудистые растения, валеж, упавшие деревья, ветровально-почвенный комплекс, оконная динамика, гэп-мозаика

В последние два десятилетия проблема сохранения и восстановления биоразнообразия неизменно находится в центре общественного и научного внимания. Для лесных экосистем одной из задач в этой связи является анализ роли деревьев (ключевых видов растений – эдификаторов лесных сообществ) в поддержании и динамике разнообразия подчиненных видов, в том числе недревесных видов растений. Серьезной проблемой при этом является поиск экосистем, которые сохранились в достаточной степени и в которых реализуются природные механизмы поддержания биоразнообразия. Особенно остро эта проблема стоит для широколиственных лесов, в максимальной степени уничтоженных и измененных деятельностью человека [1, 2]. Одним из относительно мало нарушенных объектов является заповедник «Калужские засеки», в котором проводилось наше исследование.

Заповедник расположен на северо-западе Центрально-Русской возвышенности, на границе Калужской, Тульской и Орловской областей, на водоразделе рек Оки и Вытебети (последняя является притоком р. Жиздра, т.е. притоком второго порядка р. Оки). Старовозрастные полидоминантные широколиственные леса сохранились в заповеднике в виде нескольких крупных массивов [1, 3 и др.]; древостой образован крупными деревьями дуба черешчатого *(Quercus robur)* (средний возраст 220 лет), ясеня обыкновенного *(Fraxinus excelsior)*, кленов остролистного (*Acer platanoides*) и полевого (*A. campestre*), липы мелколистной (*Tilia*

cordata) и вяза шершавого (*Ulmus glabra*). В настоящее время в этих массивах происходит активное формирование «оконной» структуры лесных сообществ – формирование гэп-мозаики (gap – окно) в пологе леса, сопряженной с мозаикой ветровально-почвенных комплексов (ВПК), образованными упавшими крупными деревьями.

Цель исследования – оценить роль элементов ветровально-почвенных комплексов, прежде всего валежа, в сохранении разнообразия травяно-кустарничкового яруса растительности в широколиственных лесах. С этой целью в июле 2016 г. была исследована растительность на валеже (стволах крупных упавших деревьев) и на фоновых лесных участках в Ягодном лесничестве заповедника. Были составлены списки видов сосудистых растений с указанием баллов участия-обилия каждого вида по системе Браун-Бланке [4] на площадках 0.5 × 2 м на валеже и в фоне. Было исследовано 56 валежин – составлено 56 пар геоботанических описаний.

Предварительные результаты показали, что флора на участках с деревьями, упавшими в разное время, в том числе десятки лет назад, заметно отличается от флоры других участков широколиственного леса. В световых окнах, возникших при падении старых деревьев, преобладают высокие травы, - лунник оживающий (*Lunaria rediviva*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), двулепестник парижский (*Circáea lutetiana*). На лежащих стволах, на разлагающейся древесине растут «клумбы» из разнообразных трав и папоротников, в том числе представителей бореального мелкотравья – двулепестника альпийского (*Circaea alpina*) и майника двулистного (*Maianthemum bifolium*); растений лугов и опушек – лесная земляника (*Fragaria vesca*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), которых нет в окружающем фоне. Также на валежинах намного выше плотность подроста деревьев по сравнению с почвой – часто встречаются имматурные особи вяза шершавого, ясеня обыкновенного, липы мелколистной. Также на валежинах часто встречаются с высоким обилием имматурные и виргинильные особи видов деревьев, возобновление которых на почве отсутствует, – берез белой (*Betula pendula*) и пушистой (*B. pubescens*), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*).

Проведенное исследование подтверждает гипотезу, высказанную ранее [4, 5 и др.], и выводы, полученные в бореальных лесах [6], о существенной роли упавших крупных деревьев в поддержании разнообразия растительного покрова в лесных сообществах.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект 15-29-02724.

Литература

1. Восточноевропейские широколиственные леса / Под ред. О.В. Смирновой. - М.: Наука, 1994.-363 с.

2. Бобровский М.В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. - М.: КМК, 2010. - 359 с.

3. Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Заповедник «Калужские засеки» // Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. / под ред. Л.Б. Заугольнова. - М.: Научный мир, 2000. - С. 104-124.

4. Смирнова О.В., Бобровский М.В. Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова // Экология. 2001. - № 3. - С. 177-181.

5. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Сукцессия и климакс как экосистемный процесс // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. – Вып. 2. - С. 129-144.

6. Луговая Д.Л., Смирнова О.В., Запрудина М.В., Алейников А.А., Смирнов В.Э. Микромозаичная организация и фитомасса напочвенного покрова в основных типах темнохвойных лесов Печоро-Илычского заповедника // Экология. 2013. – Вып. 1. – С.3-8.

УДК 504.064.47

ФОРМИРОВАНИЕ УРБОТЕХНОЗЕМА НА ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОМ АТМОСФЕРНОМ ЭКСПОНИРОВАНИИ

Татаркин И.В., Дёмин Д.В., Севостьянов С.М

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия

e-mail: ivantatarkin2005@ramblеr.ru

Показано, что за время атмосферного экспонирования отвалов осадков сточных вод сформировался урботехнозем. В этих новообразованных почвах хорошо выделяются генетические горизонты. При этом происходит трансформация органического вещества осадка сточных вод с образованием водорастворимого органического вещества и гуминовых кислот. Также было обнаружено, что происходит миграция водорастворимых органических соединений по профилю и накопление в нижних горизонтах. В верхней части профиля формируется аккумулятивный горизонт, который отличается от осадка сточных вод сформировавшимися низкомолекулярными фракциями гуминовых кислот.При этом, увеличивается степень ароматичность гуминовых кислот в низ по профилю исследуемой почвы.

Ключевые слова: техногенные поверхностные образования, урботехнозем, почвообразование, осадки сточных вод.

Известно, что в урбоэкосистемах в результате антропогенной деятельности образуется большое количество отходов, которые складируются на городских и прилежащих к ним территориях. При этом, со временем, в толще техногенных образований под действием факторов среды (в основном климатических), начинают активно протекать элементарные почвообразовательные процессы [1], такие же, как и в природных почвах, только в других сочетаниях, и образуются новые почвенные антропогенные образования - урбаноземы и урботехноземы. Одними из таких искусственных образований являются осадкигородских очистных сооружений (ОСВ), и почвоподобные тела на их основе.

Исследование их формирования и функционирования является актуальной задачей, так как позволит оценить их влияние на городскую среду в целом, а значит и на здоровье населения городов, в конечном счете. Нами были изучены одни из таких искусственных образований на отвалах осадков городских очистных сооружений г. Серпухова [3], и почвоподобных тел на их основе.

В связи с этим, нами было проведено определение морфологических и физико-химических показателей разновозрастных отвалов осадков сточных вод городских очистных сооружений г. Серпухова.

Результаты исследований показали, что в отвалах ОСВ, под действием факторов окружающей среды, со временем, начинают протекать процессы разрушения, перераспределения и преобразования веществ, схожие с аналогичными процессами, происходящими в почвах, характерных для данной природно-климатической зоны.

Было установлено, что в исследованных разрезах происходит дифференциация вещества по профилю и выделение отдельных горизонтов.

По содержанию илистой фракций исследованный урботехнозем представляет собой, слоистое формирование, в котором в верхних горизонтах содержание фракции <0,001 больше чем в нижележащих, и достигает 10,6%. Анализ содержание водорастворимых органических соединений по горизонтам разреза показал, что происходит их миграция по профилю и накопление в слое 20-30 см.

Исследование содержания гуминовых кислот(ГК) в исследуемомурботехноземе показал их разделение по профилю. Спектры поглощения ГК в ультрафиолетовой и видимой областях, выделенных из горизонтов урботехнозема, не имели чётких максимумов, оптическая плотность монотонно убывала с увеличением длины волны.

При анализе исследуемых образцов ГК было обнаружено достоверное уменьшение значенийкоэффициента экстинкции EC_{495}, инеравномерное увеличение коэффициента цветности E4/E6 от верхнего горизонта вниз по профилю.

Электрофорез ГК в полиакриламидном геле[2], выделенных из горизонтов исследуемых разрезов, показал наличие несколько стабильных дискретных электрофоретических фракций, тождественных электрофоретическим фракциям ГК, выделенных из сформированных (эталонных) почв. Что явно свидетельствует о наличии почвообразовательного процесса на отвалах ОСВ, находящихся в режиме атмосферного экспонирования в течении длительного времени.

Результаты анализов содержания подвижных форм тяжелых металлов показал сродство их распределения по профилю с почвами - серой лесной и дерново-подзолистой почв Тульской, Московской и Рязанской областях.

В целом распределение DOC и водорастворимых форм тяжелых металлов по профилю исследуемого урботехнозема носит элювиально-аккумулятивный характер.

Таким образом, можно сделать вывод, что при нахождении ОСВ в режиме атмосферного экспонирования в течении длительного времени происходит минерализация и гумификация органического вещества ОСВ, и формируется почва, в которой очень хорошо выделяются

генетические горизонты. При этом происходит накопление низкомолекулярных фракций ГК в верхнем аккумулятивном горизонте. Наряду с этим, увеличивается степень ароматичности ГКв низ по профилю исследуемой почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замотаев И. В., Белобров В. П., Дмитриева В. Т., Шевелев Д. Л. Технопедогенез на футбольных полях России.- М., 2012 - 264 с.

2. Трубецкой О.А., Трубецкая О.Е, Афанасьева Г.В., Резникова О.И. Сайз-Хименез Ц. Электрофоретический анализ гумусовых веществ и продуктов их кислотного гидролиза // Почвоведение. 2001. № 10, с.1230-1233.

3. Экологическая ситуация в городе Серпухове и перспективы ее улучшения / Под ред. д.б.н. Ф.И. Хакимова, к.м.н. Поповой, д.б.н. Керженцева. М.: Издательство ПОЛТЕКС, 2000. 228 с.

УДК 574.24

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Ткаченко Ю.Л.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

e-mail: tkachenk@mail.ru

Аннотация. Для обеспечения жизнедеятельности человека в экстремальных условиях предлагается использовать искусственную экосистему, т.е. жилой модуль, построенный по принципу замкнутости внутренних материальных потоков. Разработана схема круговорота вещества, произведён выбор автономных источников энергоснабжения, подбор видового состава фототрофного звена, расчёт оборудования для организации газообмена и водооборота. Спроектировано купольное сооружение для размещения создаваемой искусственной экосистемы.

Ключевые слова: экстремальная жизнедеятельность, искусственная экосистема, автономное энергообеспечение, оборотное водоснабжение, купольные сооружения.

При решении ряда задач, связанных с обороной страны, защитой населения в чрезвычайных ситуациях, природопользованием и восстановлением окружающей среды, часто возникает проблема обеспечения жизнедеятельности людей в экстремальных условиях. Неблагоприятные для человека внешние условия характерны, например, для территорий арктических и аридных пустынь, зон химического и радиационного загрязнения. Поэтому, представляется весьма актуальной разработка технических средств, позволяющих создать безопасную и комфортную жилую среду на таких территориях.

Для решения указанной проблемы предлагается использовать автономные жилые модули, построенные на основе принципа замкнутости внутренних материальных потоков. Так как этот принцип характерен для природной среды обитания, то внутреннюю среду создаваемого жилого модуля можно назвать искусственной экосистемой (ИЭС). Наиболее значимые результаты в области создания замкнутых ИЭС были получены во второй половине XX века при работе над проектом «Биос» в Институте биофизики СО РАН (г. Красноярск).

В установке «Биос-3» в 1972-1973 гг. проводились опыты по полной изоляции от внешней среды экипажа из 3-х человек. Наиболее длительный эксперимент продолжался в течение 180 суток [1]. В результате была доказана возможность получения необходимого человеку

кислорода, растительного питания и чистой воды за счёт культивирования высших и низших растений в фототрофном звене ИЭС.

В настоящее время, в результате развития нового научного направления «Функциональная экология» и опытов, проведённых на установке «Экотрон» в Институте фундаментальных проблем биологии РАН (г. Пущино), доказано, что для поддержания устойчивости химических и физических параметров внутренней среды, в ИЭС необходимо воспроизвести гетеротрофное звено в виде почвоподобного субстрата, содержащего микробоценоз [2].

С учётом этих данных была составлена схема круговорота вещества внутри разрабатываемого автономного жилого модуля, приведённая на рис. 1.

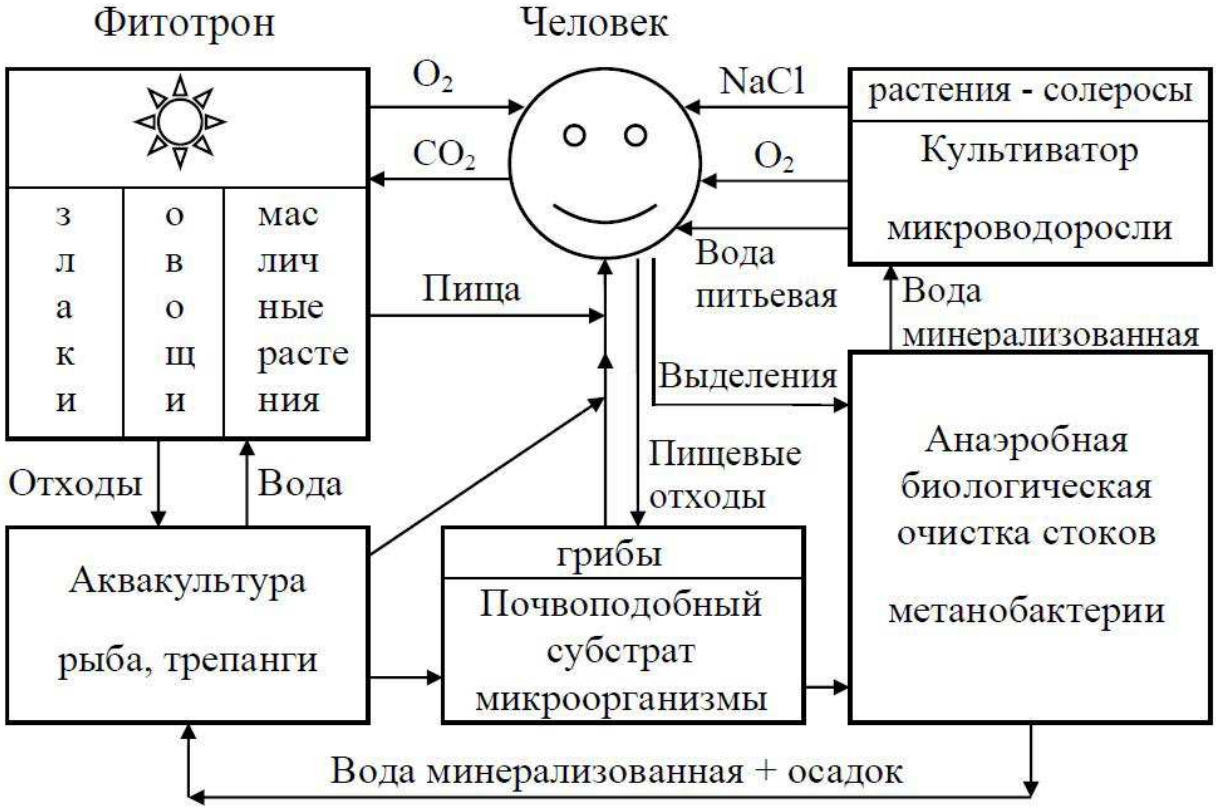


Рисунок 1. Схема внутренних материальных потоков в автономном жилом модуле

В представленной схеме человек является замыкающим звеном всех химических и физических процессов, протекающих в ИЭС. Система включает в себя фитотрон для выращивания высших растений, обеспечивающих растительную часть рациона обитателей модуля, ёмкость для формирования почвоподобного субстрата, систему утилизации органических отходов и анаэробной биологической очистки сточных вод, а так же культиватор микроводорослей, вырабатывающих необходимый для дыхания кислород и опресняющих воду. Так же, в ИЭС предусмотрена возможность разведения аквакультуры за счёт использования оборотной воды и пищевых отходов, выращивания грибов на почвоподобном субстрате и высаживания съедобных растений-солеросов в питьевую воду для удаления избытка солей и возврата хлорида натрия в пищевую цепочку человека [3].

Для функционирования ИЭС требуется поступления энергии извне. Энергообеспечение автономного жилого модуля можно организовать с использованием солнечной, ветровой, геотермальной, приливной и биохимической энергии. Для модулей, размещаемых в полярной зоне, наиболее подходят ветрогенераторы так как для арктических пустынь характерны сильные ветры. Для аридных пустынь, отличающихся большим числом дней солнечного сияния, целесообразно использовать солнечные батареи.

Универсальным источником энергоснабжения ИЭС могут стать микробные топливные элементы [4], в которых электроэнергия вырабатывается микроорганизмами, способными в ходе своего метаболизма осуществлять перенос электронов. Протекающие при этом биохимические процессы аналогичны тем, которые происходят в анаэробных условиях при очистке сточных вод, что позволяет совместить в одном устройстве функции генерации электроэнергии и утилизации органических отходов.

В качестве пищевых растений фототрофного звена используются виды, не требующие «ночного отдыха», т.е. способные производить фотосинтез биомассы при круглосуточном освещении. Это карликовая яровая пшеница селекционной линии 232, листовой салат «Мизуна», зелёный лук, томаты «Минибел», сладкий перец «Конфетка» и масличная культура чуфа. Выращивание растений производится в фитотроне методом разновозрастного конвейера. Источником света являются белые светодиодные матрицы Bridgelux LED. В качестве низших растений фототрофного звена культивируются микроводоросли хлореллы.

Для организации замкнутого водооборота используется анаэробный метод биологической очистки сточных вод от органических веществ. В процессе метанового брожения сложные органические вещества превращаются в более простые компоненты, значительная часть которых затем переходит в раствор минеральных солей, активный ил и газ. При оптимальных условиях, выход метана может составлять до 90 – 95% от массы первоначального органического вещества. Образующийся метан можно утилизировать для резервного энерго и теплоснабжения модуля.

В качестве сооружения для размещения ИЭС модуля используется куполообразная структура, разработанная Р. Бакминстером Фуллером. Купол Фуллера состоит из симметричной сетки плоских элементов, наложенной на сферическую поверхность. Элементы сетки могут иметь треугольную, четырёхугольную или шестиугольную форму. Основание купола крепится к грунту с помощью винтовых свай. Расчёт купола был произведён с помощью программы, представленной на сайте [5].

Проведённые расчёты показали, что для обеспечения жизнедеятельности 20 человек требуется 200 кВт электрической мощности. Использование 900 светодиодных матриц мощностью 200 Вт каждая позволяет снабжать обитателей растительным питанием, которое

вместе с добавками консервированной говядины, рыбы и свиного сала составляет рацион с пищевой ценностью, близкой к оптимальному соотношению белков жиров и углеводов 1:1:4. Сферический метантанк очищает 330 л воды в сутки. Для гарантированного обеспечения обитателей кислородом используются 14 полостных фотобиореактора, в которых культивируется хлорелла обыкновенная. Полусферический купол радиусом 6,87 м позволяет разместить внутри цилиндрический фитотрон высотой 5 м и радиусом основания 3,24 м.

Проведённый анализ показал, что в земных условиях нецелесообразно достижение полной замкнутости внутренней среды ИЭС. Простым и менее затратным решением является разработка серии автономных жилых модулей, различающихся типом источника энергообеспечения, составом оборудования и конструкционными материалами купола.

Было установлено, что наибольшей замкнутостью должна обладать ИЭС, предназначенная для применения в зонах радиационного загрязнения. Использование автономного модуля позволит снизить дозу хронического внутреннего облучения его обитателей за счёт предотвращения попадания в их организм радионуклидов, мигрирующих в природных средах и биомассе. Жители поселений, формирующихся с использованием модулей, обладающих замкнутостью внутренней среды, смогут длительное время без ущерба для здоровья заниматься мониторингом, исследованием и дезактивацией загрязнённых территорий. Таким образом, человечество сможет приступить к выполнению масштабной и крайне важной задачи – восстановлению разрушенных природных экосистем планеты.

Литература

1. Гительзон И.И., Дегерменджи А.Г., Тихомиров А.А. Замкнутые системы жизнеобеспечения // Наука в России. 2011. №6. С. 4 – 10.

2. Керженцев А.С. Механизм функционирования почвы и устойчивость экосистем // Вестник РАН. 2010. Том 80, № 6. С. 704 –709.

3. Дегерменджи А.Г., Тихомиров А.А. Создание искусственных замкнутых экосистем земного и космического назначения // Вестник РАН. 2014. Том 84, №3. С. 233 – 240.

4. Микробы эффективно вырабатывают электричество из сточных вод. Режим доступа: http://www.membrana.ru/particle/9964 (последнее обращение 05.07.2016 г.).

5. Калькулятор для проектирования купольных конструкций Фуллера. Режим доступа: http://acidome.ru/lab/calc/#7/12_Cone_3V_R4.2_beams_150x50 (последнее обращение: 05.07.2016 г.).

УДК 57.02.001.57:574.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ ИХ СВОЙСТВАХ

Тращеев Р.В.

Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), Пущино, РФ.

e-mail: tslav85@mail.ru

Экологические объекты являются достаточно сложными объектами для изучения. Например, если взять отдельную популяцию, то её динамика определяется многими факторами: взаимодействием с кормовыми ресурсами, внутрипопуляционными механизмами, влиянием болезней, заканчивая погодными условиями. Наряду с этим, изучение таких объектов осложняется, зачастую, недостатком информации, вплоть до отсутствия регистрации некоторых показателей.

Ключевые слова: имитационное моделирование, математическое моделирование, популяция леммингов.

Рассмотрим конкретный объект – популяцию леммингов. Отличительной особенностью данного объекта является наличие колебаний численности. Однако, практически полностью отсутствует информация в зимний период (включая размножение), что существенно осложняет изучение. Один из известных исследователей леммингов Ф.Б. Чернявский [1] сформулировал гипотезу о многофакторной модели лемминговых циклов: «популяционные циклы — это результат многоуровневых адаптивных реакций и связей, явление, в котором организменные и популяционные механизмы связаны с процессами, происходящими в биоценозе». Более подробные выводы о характере колебаний леммингов, путем многолетних практических наблюдений, включая выявление ведущих факторов и формулирование количественных зависимостей, по всей видимости, сделать невозможно. Организация междисциплинарных исследований сложных экологических объектов в условиях недостатка информации об их свойствах, в том числе, с использованием математического моделирования – это необходимость, другого пути, по всей видимости, нет.

В данном сообщении рассматривается метод комплексных исследований [2], который можно применять для изучения сложных экологических объектов при недостатке информации об их свойствах. Данный подход включает в себя полный набор операций, позволяет объединить возможности имитационных и аналитических методов моделирования, и эффективно организовать междисциплинарный диалог. При построении

математических моделей экологических объектов тоже существуют сложности – нет установившихся уравнений (аналогов уравнений классической механики). В такой ситуации для каждого объекта необходимо обосновывать соответствующие математические зависимости в тесном контакте со специалистами экологами.

Данный подход на, первом этапе, подразумевает построение имитационной модели (в формализме Дж. Форрестера [3]). На этом этапе производится формализация всей имеющейся биологической информации, и обсуждение имитационной модели с экспертами – экологами. В данном случае наглядность имитационной модели позволяет осуществить междисциплинарное общение. На следующем этапе производятся вычислительные эксперименты, анализ имитационной модели и построение аналитической модели. На завершающем этапе производится совместный анализ полученных моделей и формулирование гипотез о ведущих механизмах исследуемого объекта.

В результате проведенных исследований удалось выявить ведущие механизмы, формирующие колебания численности леммингов, и особенности этих колебаний. Установлено, что определяющими факторами, формирующими колебания численности леммингов, являются: интенсивность выедания растительности леммингами в течение года, и выживаемость после подрыва кормовой базы. Было показано, что популяции леммингов характерны как регулярные, так и нерегулярные колебания численности; области параметров с нерегулярными колебаниями численности значительно уже областей с регулярными колебаниями.

Литература

1. Чернявский Ф.Б. Лемминговые циклы/ Ф.Б. Чернявский // Природа. 2002. №10. С. 23-34.

2. Тращеев Р.В., Люлякин О.П., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С. Метод комплексных исследований на примере моделирования популяций леммингов. ВЦ РАН, МОСКВА. 2014. 115с. ISBN 978-5-91601-107-4.

3. Форрестер Д. Мировая динамика. М.: АСТ, 2006. 384 С. ISBN 5-17-019253-3.

УДК 579.68

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕКРЕАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ ГОРОДА РЯЗАНИ

Трунякова А. С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина"

e-mail: Sasha_trunyakova@mail.ru

Аннотация. Изучение процессов самоочищения малых водных объектов рекреационного значения. Был произведен отбор проб воды и последующий ее анализ. По результатам анализа проб воды был рассчитан индекс МАФАнМ. На основе расчетов была произведена оценка степени загрязненности и способности к самоочищению каждого из изученных водных объектов.

Ключевые слова: микробиологическая характеристика, антропогенная нагрузка, индекс МАФАнМ, общее микробное число, анализ воды, микробиологический мониторинг.

Сильное развитие промышленности в современном мире сильно сказалось на экологической ситуации, а в частности на гидроэкологическом состоянии водных объектов. Каждый день водные объекты испытывают сильнейшую антропогенную нагрузку вследствие выбросов отходов производства или же результатов жизнедеятельности человека. Особенно сильное воздействие оказывается на водные объекты, расположенные на территории городских поселений. Чтобы исправить положение, была взята под контроль экологическая ситуация водоемов и водотоков на территории городов, ежегодно проводятся анализы состояния воды.

Актуальностью данной работы является то, что, при анализе водных объектов на территории городских поселений, очень мало внимания уделяется небольшим водным объектам рекреационного назначения. Все рассмотренные пруды относятся к бассейну Оки.

Для получения общей картины состояния малых водных объектов г. Рязани были определены типы сапробности водных объектов [2] и индекс МАФАнМ. [3]

Данное научное исследование было выполнено в июне-июле 2016 года. Проанализированные водные объекты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Название водного объекта	Дата отбора проб воды	$t_{воды}$
Пруд в пос. Строитель	15.06.2016	20°С
Руч. Быстрец	21.06.2016	23°С
Пруд на ул. Тимакова	27.06.2016	27°С
Пруд около 11 больницы		26°С
Пруд в пос. Дядьково		26°С
Пруд в пос. Хамбушево	28.06.2016	25°С
Пруд в Соколовке		24°С
Пруд у ст. Лесок		25°С
Пруд в пос. Шлаковый	12.07.2016	23°С
Пруд в пос. Никуличи		22°С
Пруд в пос. Южный		23°С
Пруд в пос. Божатково		23°С

Отбор проб был произведен согласно требованиям ГОСТ Р51592-2000 "Вода. Общие требования к отбору проб". [1]

Для определения сапробности исследуемых водных объектов было определено общее микробное число (ОМЧ) – количество колониеобразующих единиц на 1 мл исследуемой воды или соответствующем разведении

Чтобы изучить процессы самоочищения исследуемых водоемов и водотоков, на основе ОМЧ был получен индекс МАФАнМ, как отношение ОМЧ, полученного при 21°С, к ОМЧ при 37°С.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2. Максимальное значение автохтонных микроорганизмов (типичные представители данной территории), чей температурный оптимум составляет 21°С, наблюдается в пробах из пруда в пос. Строитель (2933±133 КОЕ/мл), а минимальное в пробах из пруда в пос. Шлаковый - 193±51 КОЕ/мл. Такие же данные получены и для аллохтонной микрофлоры (микроорганизмы, попавшие извне при загрязнении водных объектов). Максимальное число микроорганизмов было получено при исследовании пруда в пос. Строитель и составило 3677±133 КОЕ/мл, а минимальное – в пробах воды из пруда в пос. Шлаковый (173±55 КОЕ/мл). Для четырех прудов (в пос. Строитель, около 11 больницы, в Соколовке и у ст. Лесок) зафиксировано преобладание аллохтонных микроорганизмов над «типичными» микроорганизмам

(автохтонными), что свидетельствует о интенсивном загрязнении этих водоемов сточными вод с прилегающей территории.

Таблица 2

	Пруд в пос. Строитель		Руч. Быстрец		Пруд на ул. Тимакова		Пруд около 11 больницы		Пруд в пос. Дядьково		Пруд в пос. Хамбушево	
$t_{инкуб}$	37	21	37	21	37	21	37	21	37	21	37	21
ОМЧ, КОЕ/ 1 мл	3677 ±133	2933 ±612	773 ± 71	1500 ±151	663 ±51	813± 235	1700 ±265	1133 ±153	243 ±38	323± 102	483± 117	1027 ±59
МАФ АнМ	0,79		1,94		1,23		0,67		1,33		2,13	
	Пруд в Соколовке		Пруд у ст. Лесок		Пруд в пос. Шлаковый		Пруд в пос. Никуличи		Пруд в пос. Южный		Пруд в пос Божатково	
$t_{инкуб}$	37	21	37	21	37	21	37	21	37	21	37	21
ОМЧ, КОЕ/ 1 мл	687± 170	540± 130	850 ±82	747± 70	173 ±55	193± 51	403± 127	570± 115	183 ±21	353± 166	413± 76	730± 105
МАФ АнМ	0,79		0,88		1,12		1,41		1,93		1,77	

По результатам полученных исследований можно утверждать, что пруды в поселках Дядьково, Шлаковый, Никуличи, Южный, Божатково, пруды на ул. Тимакова, в Соколовке, у ст. Лесок, а также руч. Быстрец относятся к олигосапробному типу водных объектов. Чего нельзя сказать о прудах около 11 больницы и в пос. Строитель. Их можно отнести к β-мезасапробному типу водных объектов.

При расчете индекса МАФАнМ было определено, что ни один из исследуемых водных объектов не справляется с антропогенной нагрузкой. Хуже всего ситуация представлена в воде из пруда около 11 больницы. Процессы самоочищения там практически отсутствуют. Чего нельзя сказать о пруде в пос. Хамбушево. Процессы самоочищения там идут лучше, чем в остальных исследуемых водных объектах.

В заключение можно сказать, что малые водные объекты рекреационного назначения испытывают на себе большую антропогенную нагрузку, т. к. численность микроорганизмов невысокая, но процессы самоочищения идут медленно.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. Москва: Госстандарт России, 2000. 39 с.

2. Kolkwitz R., Marsson M. Grundsatze fur die biologishe Beurtheilung des Wassers hach seinerFlora und Fauna // Mitteil. aus der konigl. Prufungang fur Wasserbesorg. und Abwasserbes. 1902. H. 1. S. 33

3. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. 2004. 62 с.

УДК 504.75.05

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

Фёдоров П.А.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: pavelfedorr@rambler.ru

Аннотация. В последнее десятилетие острой проблемой по Вологодской области и в России в целом, стало резкое распространение борщевика Сосновского. Чтобы предотвратить дальнейшее распространения этого ядовитого сорняка, нужно принять необходимые меры по его уничтожению. Высокая скорость распространения борщевика Сосновского способствует увеличению экологической опасности. И соответственно нужно принимать необходимые меры в борьбе с ним. Все вышеперечисленные методы отличаются своей эффективностью и финансовыми затратами.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, меры борьбы, сорное растение, ядовитость

В последнее десятилетие острой проблемой по Вологодской области и в России в целом, стало резкое распространение борщевика Сосновского. Он "захватил" на территории Вологодской области порядка трех тысяч гектаров, и в ближайшие годы площадь пораженных территорий может увеличиться в несколько раз. Чтобы предотвратить дальнейшее распространения этого ядовитого сорняка, нужно принять необходимые меры по его уничтожению. [1-4]

Цель исследования: выявить основные методы борьбы с распространением борщевика Сосновского на территории Вологодской области.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие ***задачи:***

- изучить все существующие методы по истреблению борщевика Сосновского и какие будут приемлемы на территории Вологодской области;

- проанализировать опасность борщевика Сосновского на человека и на экологическую обстановку в целом.

Борщевик — род многолетних травянистых растений семейства зонтичных. Борщевик выделяется мощным высоким (до 2,5 м), прямым внутри полым железисто-опушённым стеблем. Листья крупные, перисто-рассечённые. Мелкие цветки собраны в крупные зонтичные соцветия. Надземные части растения содержат фуранокумарины — вещества, повышающие чувствительность кои к УФ-излучению .

Опасность борщевика. 1) Угроза здоровью населения. Борщевик Сосновского в силу своей фитотоксичности опасен для здоровья людей. При этом образуется долго не заживающий ожог кожи. 2) Значительное количество высохшей после отмирания борщевика сухой массы повышает пожароопасность в весенний и летний период. 3) Борщевик опасен своим произрастанием вдоль дорог, ухудшающим видимость.

Существуют следующие **виды борьбы с борщевиком**: 1) механические; 2) агротехнические; 3) химические.

В Вологодской области самым распространенным методом борьбы с борщевиком является использование гербецидов. По информации специализированной организации ООО «Станция защиты растений» на городских территориях разрешено использовать гербицид – Раундап 360 . (примерная стоимость 500 рублей за 1 литр).По информации ООО «Станция защиты растений» на данный вид гербицида нет регистрации – что запрещает использовать его на городской территории.

Скашивание растения до цветения предотвращает образование семян. Новых семян не появляется, но старые будут прорастать (всхожесть семян от 5-12 лет). Поэтому этот метод не эфективен. Так же используют засеивание газоном. Ведется скашивание борщевика. Поверх скошенного расстилается геополотно, например «Геоком Д» или «Геоком ДТМ». Но этот метод очень дорогой, примерная стоимость геополотна 500 тыс. руб. на 1 га., плодородный грунт 1000 куб. и газонная смесь.

В 2010 году уже была создана целевая программа по «Предотвращение распространения сорного растения борщевик Сосновского на территоии Вологодской области на 2011-2013 годы». Так же Правительство Вологодской области выделит в 2016 году из регионального бюджета 3,5 миллионов рублей на борьбу с сорняком борщевиком Сосновского.

Высокая скорость распространения борщевика Сосновского способствует увеличению экологической опасности. И соответственно нужно принимать необходимые меры в борьбе с ним. Все вышеперечисленные методы отличаются своей эффективностью и финансовыми затратами. Так же, несмотря на применяемые меры по борьбе с борщевиком Сосновского, в Вологодской области требуется новая разработка комплекса мероприятий с учетом экологических и экономических механизмов.

Библиографический список

1. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. T. 1. - C. 27-32.

2. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

3. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

4. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

УДК 504.75.05

СОДЕРЖАНИЕ БОРА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ НАСЕЛЁННОГО ПУНКТА

Филатова П. В.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: filatowa.polina.2012@yandex.ru

Аннотация. Качество питьевой воды один из важных индикаторов устойчивого развития, так как является фактором, непосредственно влияющим на здоровье человека. Проведенный анализ качественного состава подземных вод из девяти скважин и водонасосной станции позволил установить, что наиболее встречаемые в пробах из отдельных скважин является элементы бор и железо. При определении токсичности вышеуказанных проб подземных вод методом компьютерного биотестирования установили отсутствие токсичности во всех пробах, в том числе и в водах водонасосной станции.

Ключевые слова: качество питьевой воды, окружающая среда, загрязнение, биоиндикация

Состояние окружающей природной среды (водной, воздушной, почвенной) - это показатель устойчивости биоценоза. [1-4]

Качество питьевой воды один из важных индикаторов устойчивого развития, так как является фактором, непосредственно влияющим на здоровье человека.

Целью данного исследования является проведение анализа проб питьевой воды поселка Можайское.

В период проведения НИР собрано и систематизировано более 150 химических анализов подземных вод из скважин, эксплуатирующих полдарский водоносный комплекс в районе поселка Можайское.

Строительство водозабора для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка Можайское и птицефабрики СХПК «Племптица – Можайское» начато в 1969 году. С 1969 по 2000 годы включительно пробурено шестнадцать водозаборных скважин, из них шесть скважин в настоящее время затампонированы. Сейчас водозабор состоит из девяти закольцованных между собой скважин, расположенных на двух участках:

- первый расположен на западе от поселка и состоит из трех скважин №№ 7(14/94), 8(15/94), 9(3/99);

- второй расположен на юго-востоке от жилой зоны и состоит из шести скважин: №№ 1(2245), 2(74347), 3(2581), 4(74348), 5(2888) и 6(2198). Скважина № 6 расположена близ жилой зоны на территории коллективного сада.

Кроме того, в двухстах метрах севернее от скважины № 8(15/94) построена скважина № 2/99, принадлежащая ЗАО «Старт - Плюс» и эксплуатирующая этот же водоносный комплекс.

Скважины первого и второго участков закольцованы, снабжены автоматикой, измерительными приборами и подают подземную воду на водонасосную станцию (ВНС), откуда она поступает в распределительную сеть.

Населению и в промзону поступает вода, представляющая собой по химическому составу смесь подземных вод из разных эксплуатационных скважин.

Проведенный анализ качественного состава подземных вод из девяти скважин и водонасосной станции позволил установить, что наиболее встречаемые в пробах из отдельных скважин является элементы бор и железо.

Для компонентов, нормируемых для питьевой воды по обобщенным показателям и органолептическому признаку вредности в водах поселка Можайское отмечаются единичные случаи превышения ПДК по цветности, запаху, мутности и железу.

Дважды проводилось опробование действующих эксплуатационных скважин Можайского водозабора с целью определения в лабораториях и непосредственно у скважин некоторых нормируемых показателей (B, Fe), выявления особенностей гидрогеохимической обстановки (pH, t° C), а также для последующего проведения экспериментальных исследований по биотестированию.

Проведенное комплексное исследование, во-первых, установило отсутствие токсичности водных вытяжек, несмотря на некоторое превышение ПДК в четырех пробах (максимум 2,2 ПДК), в одной пробе – 4,6 ПДК, в одной пробе – 1,4 ПДК. Самое максимальное 4,6 ПДК наблюдалось в пробе из скважины №5.

В воде, отобранной в водонасосной станции концентрация B составила 0,7 мг/ дм3.

При определении токсичности вышеуказанных проб подземных вод методом компьютерного биотестирования установили отсутствие токсичности во всех пробах, в том числе и в водах водонасосной станции.

Таким образом, проведенный анализ качественного состава подземных вод из 9 скважин и водонасосной станции позволил установить, что наиболее встречаемые в пробах из отдельных скважин является элементы B и Fe. Однако в водах водонапорной станции отмечалась положительная динамика B с незначительным превышением нормативов.

Библиографический список

1. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. - Nauka i studia. - 2016. Т. 1. - С. 27-32.

2. Хамитова С.М., Авдеев Ю.М., Снетилова В.С.Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках вологодской области. - Самарский научный вестник. - 2016. № 3 (16). - С. 53-56.

3. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. - Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2016. № 6 (117). - С. 14-20.

4. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Клюева. - Биотика. - 2015. Т. 7. № 6. - С. 172-175.

УДК: 635.621.3

ЭКОИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬЮ СЕМЯН КУЛЬТИВАРА

Хлебников В.Ф., Смурова Над.В., Смурова Нат.В., Онуфриенко Н.Е.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г.Шевченко, Тирасполь, Приднестровье

e-mail: v-khl@yandex.ru

Анотация. Обоснована необходимость разработки механизмов управления разнокачественностью семян. Проанализированы статистические характеристики семян с использованием методов многомерной статистики. Показано, что признак «ширина семени» является универсальным для проведения калибровки семян кабачка. Калибровка семян по ширине позволяет выявить наиболее продуктивные фракции семян. Выявлены посевные и урожайные свойства разновеликих семян и влияние на них препарата мицефит.

Ключевые слова: информация, управление, разнокачественность семян, всхожесть, препарат мицефит

Актуальность. Управление разнокачественностью семян является необходимым условием формирования высокопродуктивных агроценозов. Разработка механизмов управления разнокачественностью семян должна основываться на законах их внутрипопуляционной изменчивости и зависимостях их реакций на действие всего комплекса агроэкологических факторов. Поэтому вопрос о предпосевной подготовки семян к посеву с учетом их разнокачественности является одной из важнейших проблем современного земледелия.

В практике широко используются способы сортировки семян путем калибровки с помощью решет по линейным и морфометрическим признакам [1], но эффективность использовании этих признаков для отбора высококачественных семян недостаточно высока. Имеющиеся экспериментальные данные по использованию разновеликих семян противоречивы [2]. Однако калибровка их по размеру является необходимым элементом и должна предварять другие методы предпосевной подготовки семян [3]. Известно, что эффективным методом их предпосевной обработки являются регуляторы роста растений. Однако исследования, проведенные в этом направлении недостаточно, учитывают разнокачественность реакций разновеликих семян на действие препаратов с рострегулирующей активностью.

Различие в характере разновеликих семян на используемые дозы регуляторов роста было отмечено в работах [4-6] и др. В результате этих исследований было показано что, эффективность дозы обработки семян разных фракций зависит от их линейных размерных характеристик. Это сказывается дифференцированно на изменения посевных и урожайных качеств разновеликих семян, тогда как при обработке не сортированных семян эффекта не наблюдается.

Использование метода дифференцированной предпосевной обработки семян в производстве сдерживается не достаточной его изученностью в разрезе сортов, культуры, регуляторов роста растений, способов сортировки семян и др. Поэтому изучение сортовых реакций разновеликих семян при обработке регуляторами роста растений представляется современным и актуальным.

Цель работы заключается в исследовании сортовых особенностей разновеликих семян кабачка и их реакции на обработку новым экологически безопасным препаратом мицефит в целях повышения эффективности использования биологического потенциала семян.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований выбраны семена трех образцов кабачка: сортов Белоплодный, Сотэ-38 и гибрида Ленуца F_1, которые достаточно широко возделываются в южных регионах СНГ.

В лабораторных условиях с каждого семени снимали: массу семени (торсионные весы ВТ-500), с точностью до 0,001г; размер семени – длина, ширина, толщина (микроскоп МБС-10), с точностью 0,01 мм. Выборка по каждому образцу 100 семян.

Полевые исследования проводили на опытном поле Ботанического сада университета, расположенном в пойме реки Днестр. Почва опытного участка представляет собой чернозем обыкновенный среднемощный тяжелосуглинистый.

Семена сортировали на фракции по их ширине на решетах с округлыми отверстиями диаметром 7, 8, 9, 10 мм.

Уровень ответной реакции семян и проростков определяли по показателям динамики появления всходов, аллокации биомассы проростков.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методами дискриминантного, канонического и кластерного анализов в программе STATISTICA 6 [7].

Обсуждение результатов. Характер распределения семян у изученных генотипов кабачка по морфометрическим признакам подчиняется нормальному закону распределения.

Различия семян изученных генотипов от условий их репродукции проявились в количественных изменениях их морфометрических признаков и взаимосвязей между ними. Эти изменения соответствовали правилу, что «средневзвешенные различия практически по любым признакам и свойствам между сортами и даже видами одной культуры всегда будут

меньше, чем между контрастными фракциями внутри сорта, при условии, если эти признаки и свойства качественно присущи сравниваемым сортам и видам» [2, с. 59].

В целях выявления признаков семени позволяющих классифицировать изучаемые образцы кабачка провели дискриминантный анализ. Значения показателей Вилкса, частная лямбда и F-критерий указывают о незначительном вкладе признака «толщина семени» в общую дискриминацию. Коэффициент множественной корреляции для данного признака близок к 1 (R^2=0,827), т.е. значимость полностью определяется комбинацией других признаков.

Результаты дискриминантного и канонического анализов позволяют предположить о возможности калибровки семян кабачка по одному из двух линейных признаков – длине или ширине семени.

Для оценки целесообразности использования этих признаков для калибровки семян на однородные фракции провели кластерный анализ. Результаты анализа свидетельствуют о высоком сходстве образцов при кластеризации по признаку «ширина семени» по сравнению с признаком «длина семени», т.е. использование признака «ширина семени» в данном случае является универсальным при проведении их калибровки.

Калибровка по ширине семян кабачка проведена в соответствии с методикой проведения исследований на пять фракций. Установлено, что у гибрида фракционная структура семян относительно менее изменчива по сравнению с сортами кабачка.

Показано, что в неблагоприятных условиях превегетации линейные признаки семени определяются преимущественно генотипическими факторами, а масса семени – условиями среды и взаимодействием генотип-среда. В благоприятных условиях превегетации изменчивость морфометрических признаков – длина, ширина и масса семени зависят от влияния взаимодействия генотипа и среды.

Выявлено, что лабораторная и полевая всхожесть семян мелких и очень крупных фракций меньше на 3-7% по сравнению с семенами средней и крупной фракций в лабораторных условиях. В полевых условиях всхожесть определялась как величиной семени, так и генотипом и экологических условий периода прорастания семян. Предпосевная обработка семян препаратом мицефит в изученных дозах оказывала влияние на всхожесть семян всех фракций. Наибольшая отзывчивость на предпосевную обработку препаратом мицефит проявили семена мелких фракций.

Наивысшую раннюю урожайность зеленцов кабачка в контроле имели растения из средних семян, а самую низкую из мелких семян. Урожайные свойства семян кабачка, подвергнутых предпосевной обработке препаратом мицефит изменялись в зависимости от дозы препарата, величины семени и генотипа: урожайные свойства средних семян

снижаются или остаются на уровне контроля, крупных и мелких семян – повышаются до уровня средних семян.

Выводы.

1. Характер распределения семян у изученных генотипов кабачка (Сотэ-38, белоплодный, Ленуца F_1) по морфометрическим признакам подчиняется нормальному распределению.

2. Признак «толщина семени» кабачка имеет незначительный вклад в общую дискриминацию семян по морфометрическим признакам.

3. Признак «ширина семени» является универсальным для проведения калибровки семян кабачка.

4. Наивысшую лабораторную и полевую всхожесть имеют семена кабачка средней по ширине фракции. Предпосевная обработка мицефитом оказывает наибольшее влияние на семена очень крупной и очень мелкой фракций.

5. Наивысшую продуктивность имели средние семена. При обработке препаратом мицефит урожайные свойства семян средней фракции снижаются или остаются на уровне контроля, а урожайные свойства крупных и мелких фракций могут быть повышены до уровня средних семян.

Литература

1. Корн А.М. Поиск новых технологий сортирования семян.// Вестник РАСХН, 2008. №2.- С.15-16.

2. Мухин В.П., Гущина Е.О. Реакция разнокачественных семян яровой пшеницы на разный уровень минерального питания.// Известия ТСХА, 2000, вып. 2. - С.57-80.

3. Лудилов В.А., Алексеев Ю.Б. Практическое семеноводство овощных культур с основами семеноведения. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 200с.

4. Овчаров К.Е., Кошелев Ю.П. Почему семена стареют. М.: Знание, 1978. - 64с.

5. Хлебников В.Ф. Биологические факторы стабилизации урожайности овощных и бахчевых культур в открытом грунте: автореф. … докт. с-х. наук: ПГКУ им. Т.Г.Шевченко. Тирасполь, 1995. - 48с.

6. Тареева М.М. Изучение разнокачественности семян огурца и разработка элементов технологии их предпосевной подготовки: автореф. … канд. с-х. наук. М., 1996. - 23с.

7. Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных. М.: ООО «Бином-Пресс», 2009. – 528с.

УДК 631.4

ДИНАМИКА КЛИМАТА ПОЧВ В СВЯЗИ С СОВРЕМЕННЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ

[1]Худяков О.И., [1]Решоткин О.В., [2]Демин Д.В.

[1]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино
[2]Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино

Ключевые слова: климат, климат почв, потепление климата, изменение климата

Потепление климата определяли по отклонению температурного параметра от климатической нормы. Климатическая норма (КН) это среднее значение каждого параметра климата за период 1961-1990 гг. в месячном, сезонном и многолетнем циклах. Анализируется изменение климата по материалам Всемирной конференции по изменению климата (Москва, 2003 г.) за период экспериментальных наблюдений (1860-2002 гг.). Анализируется реконструкция динамики температуры воздуха, полученная разными методами. Делается заключение, что потепление продолжается в последние 500 лет и, что в конце XX столетия в северном полушарии было беспрецендентным за последние 1000 лет. Приводятся температурные данные изменения температуры воздуха относительно КН по всем континентам и их последствия. Анализируется региональное изменение температуры воздуха по России в отклонениях от КН. Отмечается рост средних температур воздуха (выше КН) с 1980 г. лесотундры, северной и средней тайги, лесостепи, степи и сухой степи. В зональном ряду почв ЕТР приводятся значения КН температуры почвы выше 0, 5 и 10^0С .

В разделе КН как критерий оценки изменчивости климата анализируется изменение климата за период 1860-2010 г. Отмечается период похолодания, когда средняя температура воздуха была ниже КН (1860-1940 г.), период, когда температура воздуха примерно соответствовала КН (1940-1980 гг.) и период современного потепления, кода температура воздуха превышает КН (1980-2010 гг.). Начиная с 1980 г. во всех почвенно-климатических зонах ЕТР отмечается устойчивое потепление, при котором средняя десятилетняя температура воздуха выше КН. В тундровых и таежных территориях потепление климата сопровождается повышением осадков за последние 20 лет. В степных и сухостепных зонах потепление сопровождается уменьшением осадков. За период с 1980 г. среднедесятилетняя температура воздуха по основным почвенным зонам ЕТР превысила КН на 1,2-1,6^{0}С. Делается заключение, что современное потепление климата аналогично историческому климатическому оптимуму. Однако для тундровых и таежных почвенных зон потепление климата сопровождается повышением осадков, что следует считать этот период периодом

современного гумидного оптимума. Потепление климата для степных почвенных зон сопровождается повышением осадков, однако осадки выпадают лишь в холодный период года, поэтому современное потепление климата в сухих степях следует считать аридным климатическим оптимумом.

Последствия современного климатического оптимума. Показано, что в зональном ряду почв ЕТР отмечается устойчивый тренд потепления, в условиях которого происходит смещение климатических зон. В гумидных зонах потепление приводит к расширению лесотундры в сторону тундровых сообществ. В таежных территориях ЕТР почвы северной тайги формируются в климатических условиях, характерных средней тайги. В степных почвах усиливается аридность.

УДК 637. 539. 16; 631. 552; 631. 413. 2

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПЕТРОГРАФО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ И МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ

Чижикова Н.П[1]., Коробова Е.М[2]., Линник В.Г[2]., Чечетко Е.С.[1]

1 – ФГБУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, РФ

2- ФГБУН Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук, Москва РФ

e-mail:chizhikova38@mail.ru

Аннотация. Раскрыты особенности и закономерности распределения радиоцезия в связи с гранулометрическим составом почвенных горизонтов и минералогическим составом илистой фракции пойменных почв бассейнов рек Ипути (Брянская область) и Енисея (Красноярский край).

Ключевые слова: петрографо-минералогическая экология, экоразряды, аллювиальные почвы, радиоцезий, слюда-смектиты, хлорит-вермикулиты.

В 1990 году в работе «Экологическая петрография и минералогия почв» Б.П. Градусова, А.Г. Черняховского, Н.П. Чижиковой было представлено научное направление – **петрогрофо-минералогическая экология**. В основе этого направления лежат обобщения по петрографо- минералогическому составу почв, поверхностных (древних и современных) отложений, кор выветривания.

Под экологическими функциями минеральной части эдафического компонента экосистем авторы понимали влияние на запасы, форму и динамику элементов питания растений, водно-воздушно-физические параметры почв, субстратов, обусловленные кристаллохимией минералов, их устойчивостью и размерностью.

Роль петрографо- минералогического состава в функционировании экосистем выражена в предлагаемом понятии **«разряд экосистем» (экоразряд),** под которым понимается часть экосистемы, компонент которой различается петрографо-минералогическим составом, реакциями и продуктами его изменений. Название экоразрядов дается по преобладающим минералам илистого вещества.

Экоразряды выделяются на основе системы блоков минералого-кристаллохимических показателей (Чижикова, 1992), которые совершенствуются и дополняются как любая системная организация. На основе минералогических показателей была составлена карта

«Петрографо-экологические экоразряды в зональных экосистемах», опубликованная в атласе «Природа и ресурсы Земли» (1998 г.). Предлагается выделять восемь экоразрядов, каждому из которых соответствует определенный состав минералов, различающих по своей структруе и кристаллохимии (табл. 1).

Таблица 1. Петрографо-минералогические экоразряды почв (Градусов, Черняховский, Чижикова, 1990)

№ п/п	Эдафические компоненты биосферы (экоразряды)	Петрографическая характеристика пород	Породообразующая илистая составляющая
1	Пеплово-аллофановый	*Кайнотипные вулканогенные породы:* базальты, андезиты, пирокласты, среднего и основного состава и связанные с ними консолидированные и неконсолидированные полимиктитовые вулканогенно- осадочные отложения	Отсутствуют
2	Хлорит-смектитовый	*Средние и основные палеотипные магматические породы*: габбро, диабаз, порфирит и их консолидированные и неконсолидированные полимиктовые осадочные дериваты	Хлорит, хлорит-вермикулит, хлорит-смектит, триоктаэдрический смектит
3	Хлорит-гидрослюдистый	*Кислые и средние магматические и метаморфические породы:* граниты, гнейсы, кристаллические сланцы и их консолидированные и неконсолидироанные полимиктитово- олигомиктовые осадочные дериваты	Гидрослюды ди- и триоктадрические, хлориты триоктаэдрические
4	Гидрослюдисто-смектитовый	Олигомиктовые карбонатные и бескарбонатные супесчано- суглинисто-глинистые отложения, в том числе покровные суглинки и лессы	Гидрослюды диоктадрические, слюда-смектиты диоктаэдрические, хлориты триоктаэдрические, каолинит
5	Смектитовый	Полимиктовые карбонатные и бескарбонатные глинистые и песчано-глинистые отложения	Смектиты и слюда-смектиты диоктаэдрические
6	Каолинит- гетит-гиббситовый	Элювиальные и хемогенно- осадочные железистые латериты и бокситы и продукты их переотложения и цементации	Гетит, гиббсит, каолинит
7	Каолинит-палыгорскитовый	Мономиктовые карбонатные и бескарбонатные глинистые пески и песчаные глины	Каолинит, палыгорскит, гидрослюды диоктаэдрические, слюда-смектиты, хлориты
8	Каолинитовый	Мономиктовые глины и песчаные глины	Каолинит, гидрослюды диоктаэдрические, хлориты триоктаэдрические, гетит, гиббсит

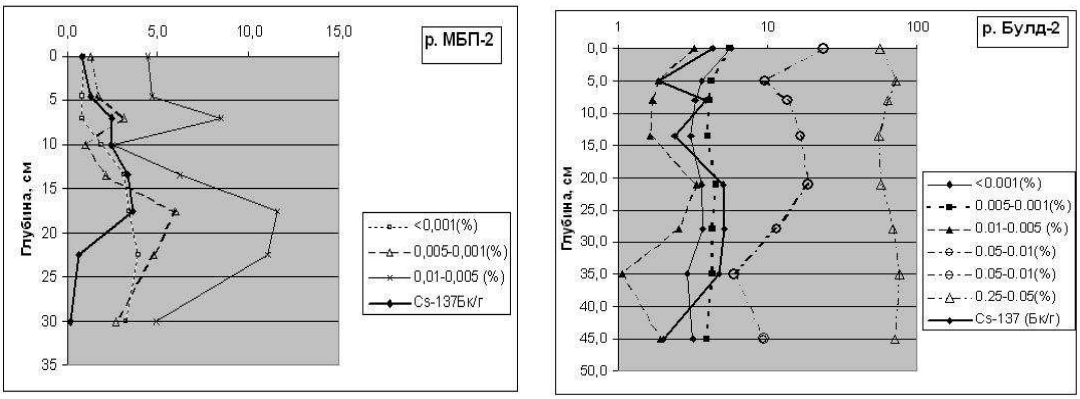
Объектом исследований являлись почвы бассейнов двух рек, подвергшихся загрязнению техногенными радионуклидами в результате деятельности Красноярского горно-химического комбината (р. Енисей) и Чернобыльской аварии 1986 г. (р. Ипуть). Отбор образцов почв проводился в 1990-2001 гг. из почвенных разрезов, заложенных на островной (разрезы с индексом КР (р. Енисей) и ОЕР (р. Ипуть) и береговой (разрезы с индексом МБП р. Енисей и .Булд – р. Ипуть) пойме (Коробова, Чижикова, Линник, 2007; Коробова, Чижикова, 2007, 2009; Korobova, Linnik, Chizhikova, 2007).

Выбор разрезов и образцов для более детальных исследований определялся по результатам полевой и лабораторной гамма спектрометрии. Минералогический анализ выполнялся для образцов, наиболее загрязненных радиоцезием. Гамма-спектрометрия образцов в лабораторных условиях выполнена с помощью гамма-спектрометра Canberra (США) с полупроводниковым детектором из сверхчистого германия. Минералогический состав определялся в илистой фракции, выделенной по методу Н.И. Горбунова (1971 г.) с помощью универсального рентген-дифрактометра фирмы Carl-Zeiss Jena (Германия). Анализировались ориентированные препараты, насыщенные магнием в 3-з состояниях: воздушно-сухом, после сольватации этиленгликолем, после прокаливания при 550 град. С в течение 2-х часов.

Анализ полученных рентген-дифрактограмм показал, что изученные объекты относятся в двум разным экоразрядам. Образцы, отобранные в бассейне р. Ипуть относятся к слюда-смектитовому экоразряду, в то время, как пробы из бассейна р. Енисей – к хлорит-вермикулитовому, что соответствует особенностям почвообразующих пород двух разных регионов. В бассейне Енисея распространены средние и основные палеотипные магматические породы; габбро, диабазы, порфириты и их консолидированные и некосолидированные полимиктовые осадочные дериваты. Илистая фракция представлена хлоритами, хлорит-вермикулитами, хлорит-смектитами, гидрослюдами, триоктаэдрическими смектитами. Бассейн р. Ипути сложен бескабонатными и карбонатными песчано-супесчаными и суглинисто-глинистыми моренными и флювиогляциальными отложениями, лессовидными суглинками. В илистой фракции преобладают гидрослюды, в основном диоктаэрического типа с примесью триоктаэдрического, слюда-смектитовые образования с различным сочетанием пакетов слюдистого и смектитового типа. Содержание хлоритов и каолинита незначительно.

Известно, что фиксация радиоцезия в почвах определяется главным образом сорбционными процессами, которые контролируются гранулометрическим и минеральным составом фракций (Comanset al., 1991; Cornell, 1993 и др.). Наши исследования подтвердили

связь концентрирования радиоцезия с гранулометрическим составом аллювиальных почв (рис. 1, 2)



А Б

Рис. 1. Вертикальное распределение фракции разной размерности (%) и активности ^{137}Cs (Бк/г), в разрезах дерновой иловато-песчаной почвы на средней пойме р. Енисей (А, р. МБП-2) и дерново- глееватой на низкой пойме р. Булдынки (Б, р. Булд-2).

В пяти из шести образцов, отобранных в бассейне р. Енисей, максимальная удельная активность ^{137}Cs обнаружена в наиболее тонкой глинистой фракции, в то время, как ^{40}K наиболее активно концентрируется средней и тонкой пылью. С учетом вклада каждой фракции в образец основная часть радиоцезия (47-73%) содержится в почвах во фракциях ила и тонкой пыли за исключением двух песчаных образцов МБП-2, 6-8 см и КП1-11, где основная часть радионуклида находится в доминирующих грубозернистых фракциях. С последними связано также от 53 до 92% ^{40}K (рис. 2).

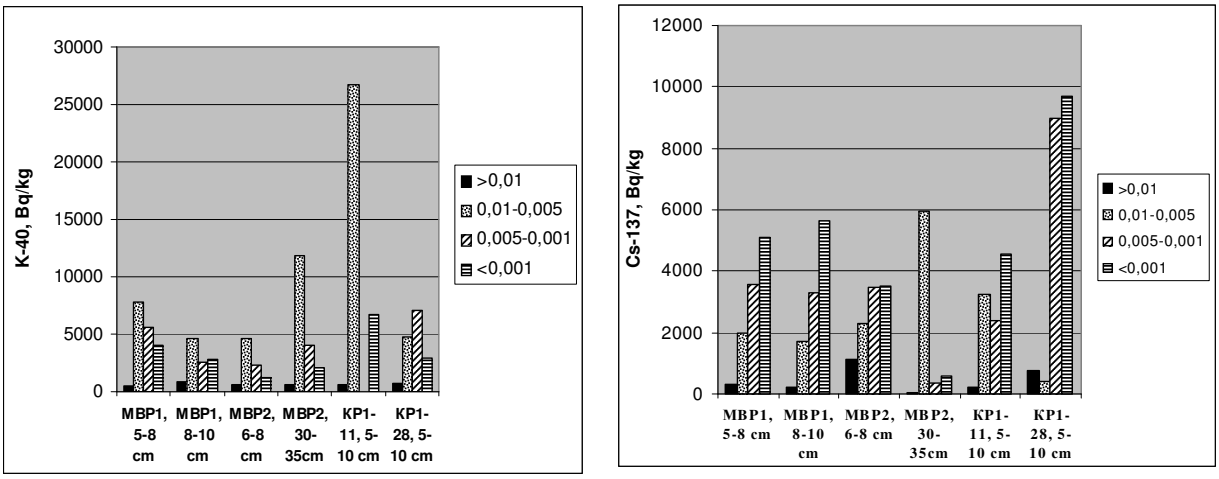


Рис. 2. Распределение радионуклидов калия-40 и цезия-137 в тонких фракциях пойменных почв (размер фракций указан в легенде в мм)

Минералогическое различие нашло отражение в характере распределения радиоцезия по илистым фракциям, выделенных из почвенных образцов на разных глубинах (рис. 1) и

преобладании минеральной фракции определнного состава (табл. 2). В бассейне р. Ипуть максимальное накопление радиоцезия ассоциировано с преобладанием смектитовой фазы, в то время, как в енисейских образцах – с гидрослюдистой и хлоритовой.

Таблица 2. Содержание илистой фракции, ее минералогия и Cs-137 в почвах р. Енисей

Местоположение разреза, почва (индекс)	Глубина, см	Содержание Cs-137			Минералы илистой фракции (%)		
		общ, (Бк/г)	Фракция < 1 мкм (Бк/г)	% сод. в ил. фр	Каолинит, хлорит	Гидро-слюды	Смешанно-слойные образования
Молодая прирусловая пойма р. Енисей у пос. Б. Балчуг, дерновая глееватая песчано-суглинистая (БП4-45=МБП1).	5-8	1,01	5,09	45,7	18	33	50*
	8-10	0,94	5,62	53,0	17	48	35*
Там же, средняя пойма, дерновая иловато-песчаная (БП4-1=МБП-2)	6-8	1,73	3,54	31,5	17	40	43*
	30-35	0,41	0,60	14,2	23	54	23*
Высокая пойма о. Казачий, дерновая песчаная (КП-11)	5-10	0,36	4,55	16,4	33	49	18*
Средняя пойма о. Казачий, дерновая песчаная (КП-28)	5-10	1,96	9,71	47,5	19	55	26*
Пойма р. Ипуть, дерново-глееватая слоистая (ОЕП-1)	0-3	2,09	18,3	25,1	7	53	40**
	3-6	3,54	34,1	35,5	17	68	15**
	6-10	31,24	221,8	53,8	11	54	35**
	10-14	9,51	97,4	42,1	24	49	27**
Пойма р. Булдынки, дерново-глееватая сл. (Булд-2)	2-4	4,47	37,4	47,2	28	60	12**

*хлорит-вермикулиты, хлорит-смектиты; **слюда-смектиты

Литература

1. Градусов Б.П., Черняховский А.Г., Чижикова Н.П. Экологическая петрография и минералогия почв // Сборник научных трудов «Проблемы почвоведения в Сибири». Ак. наук СССР, Сибирское отделение ин-т Почвоведения и агрохимии. -1990. - С.13-34.

2. Коробова Е.М. Чижикова Н.П., Линник В.Г. Распределение радиоцезия по гранулометрическим фракциям и в профиле аллювиальных почв поймы р. Ипуть и ее притока р. Булдынки // Почвоведение. - 2007. - № 4. - С. 404-412.

3. Коробова Е.М., Чижикова Н.П. Исследование связи распределения и подвижности радиоцезия в аллювиальных почвах поймы р. Ипуть и ее притока р. Булдынка с

минералогическим составом илистой фракции и физико-химическими параметрами почв //Почвоведение. - 2007. - № 10. - С. 1190-1204.

4. Коробова, Е.М. Функциональная значимость минеральной компоненты аллювиальных почв как сорбента радионуклидов / Е.М.Коробова, Н.П.Чижикова, А.Г.Волосов // Экология речных бассейнов. Труды. Второй международной научно-практической конференции, 10-12 октября 2002. - Владимир. - 2002. - С. 165-168.

5. Chernyakhovsky A.G., Chizhikova N.P., Gradusov B.P. Petrographic- mineralogical orders of zonal ecosystems. 1:80,000,000 // Resources and environment world atlas. Part II. Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow. Project management: Austrian institute of East and Southeast European Studies, Vienna: ed. Hölzel. 1998. P 98.

6. Comans R.N.J., Yaller M., Peter De Peter. Sorption of cesium on illite: Non-equilibrium behaviour and reversibility. Geochim. Cosmochim Acta, 1991,v.55 p.433-440

7. Cornell R.V. Adsorption of cesium on minerals: a review. Journ. of Anal. and Nuclear chem. 1993. v.171 N2. p.483-500.

8. Korobova E., Linnik V. and Chizhikova, N. The History of the Chernobyl 137Cs Contamination of the Flood Plain Soils and its Relation to physical and chemical Properties of the Soil Horizons (a Case Study) // Journal of Geochemical Exploration. - 2008. - Vol. 96. - № 2-3. - P. 236-255.

9. Korobova E.M, Chizhikova, N.P.., Linnik V.G. Distribution of radiocesium in granulometric fractions of the Iput' floodplain soils contaminated after the Chernobyl accident //II Regional Symposium Chemistry and the Environment. Proc. Published by Serbian Chemical Society. Beograd, 2003. P. 359.

10. Korobova, E.M, Chizhikova, N.P., Volosov, A.G. Fine particle control of radiocesium accumulation in contaminated flood plain soils // Abstracts of the 2nd Int. Meeting "Clay in Natural&Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement. Tours, Andra, France. - 2005. - P.613-614.

11. Korobova, E.M., Linnik, V.G., Chizhikova, N.P., Alekseeva, T.N, Shkinev, V.M., Brown, J., Dinu, M.I. Granulometric and mineralogic investigation for explanation of radionuclide accumulation in different size fractions of the Yenisey floodplain soils // Journal of Geochemical Exploration. - 2014. - Vol. 142. - P. 49-59.

УДК 556.12

ОЦЕНКА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Шафигуллина А.Ф.

Вологодский государственный университет, Вологда, РФ

e-mail: alinaisf@yandex.ru

Аннотация. В работе проведена оценка динамики изменения параметров водопользования в РФ и Вологодской области с 2005 по 2014 годы. Предложены безразмерные коэффициенты, характеризующие эффективность водопользования и позволяющие выявить объекты с наибольшей потребностью в совершенствовании.

Ключевые слова: водопользование, потери при транспортировке, модернизация, эффективность, водоотведение, водоснабжение.

Сбросы загрязнений со сточными водами в окружающую среду приводят к ухудшению экологической и социальной обстановки в стране, при этом установлено, что наиболее подвержены негативному воздействию малые водные экосистемы, сброс загрязнений в которые приводит к их деградации [1].

В настоящее время объем сбросов загрязненных вод в водные объекты достигает достаточно больших масштабов. Для решения экологических проблем, связанных с качеством сбрасываемых сточных вод в водные объекты, необходим комплексный подход, основанный на:

- модернизации технологий водоподготовки и водоочистки;
- переобучении персонала;
- методике оценки техногенного влияния;
- государственной экологической политике.

Доступность воды предопределяет ее широкое применение не только в быту, но и в промышленных целях, а проблема качества воды приобретает особую актуальность.

Рациональность водопользования определяется следующими критериями:

- неэффективная работа водопроводных и канализационных очистных сооружений;
- потери и перерасход воды;
- малое количество воды в оборотной системе;
- современные темпы развития общества.

Объёмы водопотребления и водоотведения в поверхностные водные объекты Вологодской области за последние годы заметно снижаются (на 21% по сравнению с 2010 гг.), что может быть связано с:

- уменьшением количества водопользователей (Рис. 1);
- сокращением удельного водопотребления (установка приборов учета);
- совершенствованием технологических процессов в промышленности.

Сопоставление динамики численности населения, водопотребления и водоотведения за период с 2005 по 2014 г. показывает, что, несмотря на снижение, изменения этих параметров практически синхронно. Численность населения начала плавно снижаться с 2005 года, а к 2014 году сократилась на 4%: с 1245 тыс. человек в год до 1193 тыс. человек [2-3]. Одновременно снижаются и объемы использования воды и водоотведения.

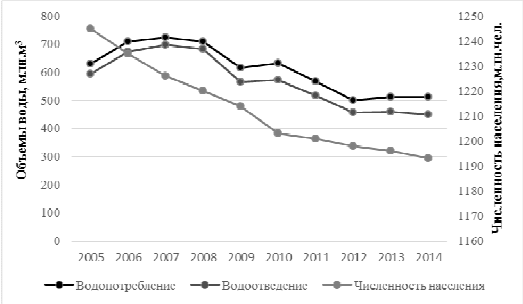


Рис.1. Динамика численности населения, использования воды и водоотведения

Значительное количество сточных вод сбрасывается без всякой очистки, а объемы нормативно-очищенных сточных вод практически не изменяются (рис.2), что свидетельствует о недостаточном уровне внедрения новых технологий в данной сфере, за исключением крупных городов, таких как Москва и Санкт-Петербург.

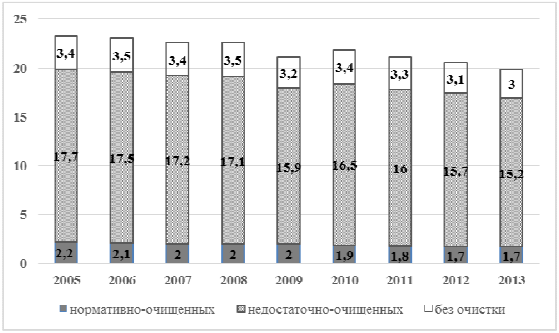


Рис.2. Динамика изменения сточных вод, сбрасываемых в водные объекты Российской Федерации

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды является приоритетными направлениями развития науки и техники и залогом успешного функционирования современного общества.

В последние годы показатели потерь значительно уменьшаются, что может быть связано с улучшением состояния водопроводных сетей городов и поселков субъектов РФ.

Для оценки эффективности водопользования важно оценить:

– потери воды при транспортировке, характеризующие долю безвозвратно теряемой, предварительно добытой и обработанной воды

– долю неочищенных сточных вод, наносящих максимальный экологический ущерб.

Для этого предложены коэффициенты:

коэффициент эффективности водопотребления:

$$К_1 = \frac{Q_{всего} - Q_{п.транс}}{Q_{всего}}$$

коэффициент эффективности водоотведения:

$$К_2 = 1 - \frac{Q_{заг.без.очист.}}{Q_{всего} - Q_{норм.очищ}}$$

где $Q_{всего}$ - общий объём водопотребления, млн. м^3;

$Q_{п.транс.}$ - потери воды при транспортировке, млн. м^3;

$Q_{п.транс.}$ - объем сточных вод, сбрасываемых без очистки, млн. м^3;

$Q_{п.транс.}$ - общий объем водоотведения, млн. м^3;

$Q_{п.транс.}$ - объем нормативно-очищенных (не требующих очистки) сточных вод, сбрасываемых в водные объекты , млн. м^3;

и комплексный коэффициент оценки эффективности водопользования:

$$К = К_1 \cdot К_2$$

В таблице приведены показатели водопользования Вологодской области.

Таблица. Показатели водопользования Вологодской области

Показатели	**Ед.изм**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водопотребление	млн. м^3	661,4	740,9	758,8	744,4	616,69	633,75	586,64	500,32	613,42	513,62
Водоотведение	млн. м^3	594,5	678,9	697,3	684,3	565,2	572	517,8	457,7	469,9	450,2
Использовано воды: -на производственные нужды; -на питьевые нужды; -с/х водоснабжение	млн. м^3	509,9 103,9 5,9	596,6 96,6 5,6	617,2 95,8 5,9	607,6 94,4 5,8	483,4 87,84 5,3	507,3 91,3 5,2	443,1 80 4,3	380,5 74,54 4,2	402,4 67,04 3,9	408,8 61,83 3,5
Потери воды при транспортировке	млн. м^3	15,51	15,4	12,3	12,1	14	11,7	13,4	13,98	13,61	13,1
Водоотведение в водные объекты: -загрязненных; -из них без очистки; -нормативно-чистых; -нормативно-очищенных	млн. м^3	594,5 181,2 45,6 363,2 50,2	673,6 177,5 39,1 446,6 49,4	692,4 170,3 40,2 460,8 48,5	679,6 174 18,7 469 49,04	560,7 148,8 28,7 367,5 44,55	571,8 149,9 17,5 380 42	514,1 156,7 19,9 322,6 34,8	454,2 154,4 20,44 266,4 33,42	456,4 147,9 22,4 279,0 29,57	446,7 137,3 20,56 281,0 28,35
Коэффициент эффективности		0,977	0,979	0,984	0,984	0,977	0,982	0,977	0,972	0,978	0,974

водопотребления (ВО)											
Коэффициент эффективности водоотведения (ВО)		0,916	0,937	0,938	0,970	0,944	0,967	0,958	0,951	0,948	0,951
Комплексный коэффициент (ВО)		0,895	0,918	0,922	0,955	0,923	0,949	0,937	0,925	0,926	0,927
Коэффициент эффективности водопотребления (РФ)		0,870	0,871	0,874	0,876	0,870	0,890	0,892	0,883	0,885	0,900
Коэффициент эффективности водоотведения (РФ)		0,781	0,773	0,776	0,768	0,770	0,767	0,766	0,779	0,778	0,754
Комплексный коэффициент (РФ)		0,679	0,673	0,678	0,673	0,670	0,682	0,683	0,687	0,689	0,679

Аналогичные расчеты могут быть получены для субъектов РФ, районов в субъекте, муниципальных образований, отдельных объектов. На основе данной оценки можно выявить наиболее проблемные объекты и разработать для них комплекс мероприятий.

Проблема рационального использования воды во многих регионах РФ стоит остро и требует контроля на каждом этапе: от забора воды из подземных и поверхностных источников, очистки до требуемых нормативов и доставки потребителю.

В настоящее время в связи с износом основных фондов систем водоснабжения и водоотведения, повышение ее эффективности путем модернизации становится весьма актуальным.

Поиск и расчет комплексных показателей эффективности водопользования позволяют дать оценку дальнейшего экономического и экологического эффекта и выявить наиболее проблематичные районы.

Список литературы

1. Геоэкологическая оценка водопользования Вологодской области / Кулаков А.А.// Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XIV / Под ред. Е. М. Нестерова, В. А. Снытко, В. З. Кантора. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. – 316 с.

2. Охрана окружающей среды в России. 2010: Стат. сб./Росстат. _ М., 2010.

3. Охрана окружающей среды в России. 2014: Стат. сб./Росстат. _ М., 2014.

УДК 574.589: 502.51

ИСКУССТВЕННЫЕ ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ

Юревич Я.Ф., Лупанов А.Н., Пиппин И.Ф.

Фонд по сохранению экосистемы и водных ресурсов «Чистые реки», Москва

e-mail: info@cleanrivers.ru

Введение

Сохранение такой экосистемы, как болото, оказывается чрезвычайно выгодно для огромных территорий для предотвращения пожаров, наводнений, очистки воды. Для мирового сообщества чрезвычайно важны экономические выгоды от функций климатического регулирования болот, связывания ими парниковых газов. Из доклада UNEP за 2009 год следует, что основные выгоды от болотных угодий приходятся на смягчение экстремальных природных явлений (1907 долл./га/год), очистку сточных вод (654 долл./га/год)[1].

Искусственные водно-болотные угодья (ИВБУ).

ИВБУ представляют собой искусственные системы очистки сточных вод, состоящие из неглубоких (обычно менее 1 м глубиной) водоемов или каналов, высаженных водными растениями, в которых протекают естественные микробиологические, физические и химические процессы очистки сточных вод. Водно-болотные угодья подстилаются непроницаемыми глинами, синтетическими прокладками и инженерными структурами для управления направлением потока жидкости.[2]

Эффективность ИВБУ для очистки сточных вод определяется:

1. Разнообразием популяций бактерий на корнях и стеблях растений, что имеет значение, в частности, для уменьшения БПК, а также некоторых других загрязнений.
2. Состоянием покоя, благоприятным для осаждения частиц.
3. Фильтрацией, сорбцией, адсорбцией и ионным обменом для удаления другого рода загрязнений.

Наиболее часто используемая надводная растительность: рогоз (*Typha*), камыш (*Scirpus*) и тростник (*Phragmites*). Могут также использоваться некоторые плавающие и погруженные в воду растения.

ИВБУ состоят из следующих пяти основных компонентов:

1. водоем/водохранилище;
2. субстрат/питательная среда;

3. растительность;

4. "подкладка"/основа дна;

5. системы входа-выхода сточной воды.

Рассматриваются два основных типа систем ИВБУ и гибридные системы:

1. Системы со свободной поверхностью воды (free water surface systems - FWSS) с мелководной глубиной.

2. Системы с движением подповерхностного (подземного) потока (subsurface flow systems - SSFS).

3. Гибридные системы (несколько разных типов систем).

Различные типы растений ответственны за специфические процессы в системах FWSS:

1. Свободно плавающие макрофиты.

2. Полупогруженные макрофиты.

3. Погруженные макрофиты.

4. Многоступенчатые системы, состоящие из комбинации вышеупомянутых макрофитов и другие виды систем невысокого технического обслуживания (например, окисляющие пруды).

Преимущества ИВБУ по сравнению с другими системами очистки сточных вод:

1. Минимум затрат на механическое оборудование, энергетику и требования к квалифицированному оператору.

2. Менее дорогостоящие в эксплуатации и обслуживании, чем обычные системы очистки.

3. Круглогодичная эксплуатация для вторичной обработки разрешена для всех климатических условий, кроме самых холодных без специальных разработок. Круглогодичная эксплуатация для третичной очистки возможна от умеренно теплого до умеренного климата. Для очень холодных условий есть специальные разработки.

4. Не производят никакого остаточного ила, требующего последующей обработки и утилизации.

5. Ценное дополнение к “зеленому пространству”, как среда обитания диких животных и/или птиц. Эстетический вид.

Недостатки водно-болотных угодий по сравнению с другими системами очистки сточных вод:

1. Площадь земель может быть большой, особенно если необходимо удаление азота или фосфора.

2. Удаление БПК, ХПК, азота - это непрерывно возобновляемые биологические процессы; удаление фосфора, металлов и ряда стойких органических веществ связано с болотными отложениями и накоплением с течением времени.

3. В холодном климате низкие зимние температуры сокращают скорость удаления БПК5 и биологические реакции, ответственные за нитрификацию и денитрификацию.

Искусственные водно-болотные угодья со свободной поверхностью воды (FWSS) - это системы, в которых уровень воды выше поверхности земли, растения могут быть посажены или им позволено расти самостоятельно согласно природе и климату. [3]

Искусственные водно-болотные угодья с движением подповерхностного потока (SSFS) - это системы, когда уровень воды ниже земли, поток воды идет через землю (субстрат) или основу из гравия, корни проникают вглубь дна основания. Используемые растения - тростник, камыш (ситник) или рогоз. [4]

Существует следующие разновидности SSFS:

- с горизонтальным потоком
- с вертикальным потоком

Тростниковые основания-заросли (ТОЗ) или плавни являются, по сути, бассейном, выстроенным на непроницаемой мембране, заполненным гравием и высаженным макрофитами, такими как тростник и камыш. Сточные воды (канализационные или хозбытовые) проходят через корневую зону камышей, где они очищаются с помощью физических, химических и биологических взаимодействий между сточными водами, растениями, микроорганизмами, гравием и атмосферой. Сырые сточные воды вначале поступают в резервуар сбора для первичной очистки для удаления крупных твердых частиц, жиров и масел. Оказавшись внутри тростникового основания, сточные воды проходят целый ряд сложных естественных процессов очистки, когда они движутся горизонтально через корневые зоны от одного конца основания к другому. Через корни болотных растений происходит диффузия небольшого количества кислорода, создавая небольшие сайты с кислородом в противовес анаэробной среде. Этим сочетанием аэробных и анаэробных условий создается идеальная среда для роста микроорганизмов на поверхности гравия и корнях растений. Эти микроорганизмы, ответственны за удаление загрязняющих веществ. Большинство процессов удаления загрязнений в тростниковых зарослях зависят от времени. Таким образом, время пребывания (продолжительность времени нахождения воды в тростниковых зарослях) является важным параметром конструкции. Сточная вода, как правило, задерживается в тростниковых зарослях от 5 до 7 дней. Такая продолжительность необходима для того чтобы обеспечить достаточное время для отстаивания и фильтрации

взвешенных веществ, распада органических веществ, связывания некоторых загрязняющих веществ на гравии и выноса питательных веществ растениями и микроорганизмами.

Эффективность систем ИВБУ в зимних условиях

Искусственные водно-болотные угодья, спроектированные в 2003 году фирмой "Инженеры Блюмберга" Германии для нового района Хуннан в городе Шэньян, Китай используются для очистки муниципальных сточных вод для района с эквивалентом населения 6000 человек [5]. ИВБУ выполнены с использованием плавней (вертикальный поток) с закрытой подповерхностной распределительной системой. Площадь ИВБУ составляет 8000 м^2. Особенность: 3 месяца заморозков до – 30°С. Эффективность системы: ХПК - 93%, NH3-N - 97%, Р - 89%, БПК5 - 84%.

ВЫВОДЫ

1. Конструируемые водно-болотные угодья могут использоваться для вторичной и третичной очистки сточных вод разного типа. Особенно часто они используются для очистки муниципальных сточных вод.

2. Эффективность очистки муниципальных стоков в водно-болотных угодьях, колеблется в зависимости от системы от 75 до 95% (по БПК5 и ХПК). Если при разработке учитывается очистка от общего N и Р, то эффективность может достигать от 70 до 85%.

3. Для промышленных и сельскохозяйственных сточных вод эффективность очистки обычно в пределах 60-80% (вторичная очистка).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляпина А.А. Природный капитал и "зеленая" экономика. Сборник статей. Под ред. Папенова К.В., Соловьевой С.В., Никонорова С.М. Общество, экономика, природа: актуальные проблемы развития России. Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2015

2. US EPA. Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater. Office of Research and Development Cincinnati, Ohio 45268. EPA/625/R-99/010. September 2000.

3. US EPA. Wastewater Technology Fact Sheet. Free Water Surface Wetlands. Office of Water, Washington, D.C. EPA 832-F-00-024 September 2000.

4. US EPA. Wastewater Technology. Fact Sheet. Wetlands: Subsurface Flow . Office of Water Washington, D.C. EPA 832-F-00-023. September 2000.

5. Constructed Wetlands as a vertical subsurface flow Reed Bed Treatment System in Northern China. Blumberg-Engeneers.com. Germany. 2004.

Сборник тезисов конференции
«Теоретические и практические аспекты функциональной экологии»
27-29 октября 2016,
г. Пущино Московской области.

Издательство «Перо»
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 27, офис 105
Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36
Подписано к использованию 21.12.2016.
Объем 4,62 Мбайт. Электрон. текстовые дан. Заказ 922.